

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ
ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
Φοιτήτρια: Νικολαΐδου Παρθένα

**«Μελέτη της ανθεκτικότητας της αφίδας *Myzus persicae* (Hemiptera,
Aphididae) σε εντομοκτόνα»**

Επιβλέπων Καθηγητής: Ι.Α. Τσιτσιπής

Βόλος, 2005



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.:	4869/1
Ημερ. Εισ.:	09-08-2006
Δωρεά:	Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός:	ΠΤ – ΦΠΑΠ
	2005
	ΝΙΚ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ι.Α. Τσιτσιπής: Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Π.Θ.

Ι. Γούναρης: Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Π.Θ.

Ν. Παπαδόπουλος: Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Π.Θ.

**Ο πρώτος λίθος είναι «ο θεμέλιος λίθος».
Στους γονείς μου Γιάννη και Κατερίνα
που με στήριξαν στην οικοδόμησή του.**

Ευχαριστίες

Πολλές ευχαριστίες εκφράζονται στον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Ι.Α. Τσιτσιπή Διευθυντή του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη βοήθεια και πολύτιμη καθοδήγηση. Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον διδάκτορα κ. Ι. Μαργαριτόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διάρκεια της εργασίας. Επίσης ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον υποψήφιο διδάκτορα κ. Κωσταντίνο Ζάρπα και στο μεταπτυχιακό φοιτητή Αθανάσιο Κουρδούμπαλο. Θερμές ευχαριστίες στους γονείς μου και στους φίλους μου για την αγάπη και συμπαράστασή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
Α ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1. Καλλιέργειες.....	8
1.1. Καπνός.....	8
1.1.1. Ιστορικά δεδομένα.....	8
1.1.2. Παγκόσμια σημασία του καπνού.....	8
1.1.3. Σημασία του καπνού στην Ελλάδα.....	10
1.1.4. Μορφολογία και ταξινόμηση	11
1.1.4.1. Γενική ταξινόμηση.....	11
1.1.4.2. Μορφολογία του <i>N. tabacum</i> L.....	12
1.1.4.3. Ταξινόμηση του <i>N. tabacum</i> L.....	13
1.1.5. Εχθροί και ασθένειες.....	14
1.2. Ροδακινιά	16
1.2.1. Οικονομική σημασία της καλλιέργειας για την Ελλάδα	16
1.2.2. Συστηματική Κατάταξη – Γενικά χαρακτηριστικά	18
1.2.3. Ιστορία – Γεωγραφική κατανομή – Καλλιεργητικές συνθήκες	18
1.2.4. Ποικιλίες ροδακινιάς	19
1.2.5. Εχθροί και ασθένειες της ροδακινιάς	20
2. Αφίδες.....	21
2.1. Συστηματική Κατάταξη – Περιγραφή	21
2.2. Βιολογικός κύκλος αφίδων	22
2.2.1. Ζημιές	25
2.2.2. Φυσικοί εχθροί	25
2.2.3. Καταπολέμηση	26
2.3. <i>Myzus persicae</i> (Sulzer).....	27
2.3.1. Περιγραφή	27
2.3.2. Ξενιστές.....	27
2.3.3. Βιολογία – Ζημιές	28
3. Ανθεκτικότητα	29
3.1. Ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα	29
3.2. Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα και πολλαπλή ανθεκτικότητα.....	30
3.3. Πως αναπτύσσεται η ανθεκτικότητα	30
3.4. Γιατί υπάρχει ανησυχία ως προς τον έλεγχο της ανθεκτικότητας;	31
3.5. Τακτικές διευθέτησης ανθεκτικότητας.....	31
3.6. Προβλήματα ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα στην Ελλάδα	32
3.6.1. <i>Myzus persicae</i> s.str.....	35
3.6.2. <i>Myzus persicae nicotianae</i>	35
3.7. Μηχανισμοί ανθεκτικότητας	36
3.7.1. Αυξημένη αποικοδόμιση εντομοκτόνων	36
3.7.2. Μείωση της ευαισθησίας του στόχου δράσης των εντομοκτόνων.....	37
3.7.3. Παρεμπόδιση του εντομοκτόνου να φθάσει στο στόχο	37
3.7.4. Αλλαγή του στόχου δράσης	38
3.8. Ανίχνευση ανθεκτικότητας.....	38
3.8.1. Βιοδοκιμές ανίχνευσης ανθεκτικότητας με τη μέθοδο Στιγμαϊάς Εμβάπτισης (Rapid Dip Test) FAO.....	38

3.8.2. Βιοδοκιμές ανίχνευσης ανθεκτικότητας με μέτρηση της Ενζυματικής Δράσης Ολικής Εστεράσης (Total esterase Activity Test).	39
Σκοπός της εργασίας	40
Β ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	41
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	42
2. Υλικά και Μέθοδοι	43
2.1. Πειραματικό Υλικό	43
2.2. Μέθοδος δειγματοληψίας	43
2.3. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν	43
2.4. Πειραματική διαδικασία	45
3. Αποτελέσματα	48
3.1. Imidacloprid.....	48
3.2. Phosphamidon.....	52
3.3. Pirimicarb.....	53
3.4. Bifenthrin	55
4. Συζήτηση	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	61
Abstract	67

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ροδακινιά, ο καπνός και άλλα σολανώδη φυτά αποτελούν σημαντικές και προσοδοφόρες καλλιέργειες για την Ελλάδα με τις καλλιεργούμενες εκτάσεις για το 2002 να καλύπτουν τα 42.400 και 57.770 εκτάρια, αντίστοιχα. Ένας από τους σοβαρότερους εχθρούς της ροδακινιάς και ο σημαντικότερος του καπνού στην Ελλάδα είναι η αφίδα *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera, Aphididae), ένα εξαιρετικά πολυφάγο είδος που προσβάλλει περισσότερα από 400 είδη φυτών. Η υψηλή ικανότητα αναπαραγωγής των αφίδων και ο σύντομος βιολογικός τους κύκλος (επιτρέποντας μεγάλο αριθμό γενεών ετησίως) αποτελούν χαρακτηριστικά της οικολογίας του που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εφαρμογή των κατάλληλων στρατηγικών αντιμετώπισης. Είναι έντομο που έχει αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα εδώ και πολλά χρόνια με εντονότερα τα προβλήματα τα τελευταία 20 χρόνια. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται να γίνει κατανοητή από όλους η αναγκαιότητα ορθολογικής χρήσης των εντομοκτόνων ώστε να διαφυλαχθεί η αποτελεσματικότητα των πολύτιμων χημικών προϊόντων. Η ανάγκη διατήρησης του πληθυσμού κάτω από το επίπεδο οικονομικής ζημίας που επιτάσσει το μεγάλο αριθμό εφαρμογών, δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για ανάπτυξη ανθεκτικότητας καθώς και αποτυχία ελέγχου τους (Welling *et al.* 1989). Το είδος αυτό έχει αναπτύξει τρεις μηχανισμούς ανθεκτικότητας. Σύμφωνα με τον πρώτο, παρουσιάζεται υπερπαραγωγή μιας καρβοξυλεστεράσης υπεύθυνη για την αποτοξικοποίηση της εντομοκτόνου ουσίας, γνωστή ως E4 ή FE4, η οποία δεσμεύει ή διασπά το μόριο της ουσίας. Οι άλλοι δύο μηχανισμοί βασίζονται σε αλλαγή του στόχου δράσης- Τροποποιημένη ακετυλοχολινεστεράση (AchE) και Knockdown (Kdr).

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη ανίχνευσης ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα και ο βαθμός στον οποίο αυτή εμφανίζεται. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι της «ταχείας εμβάπτισης» (dip test).

Ένα σύνολο 57 κλώνων αφίδων συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae) και ροδακινιάς *Prunus persica* L. (Rosaceae) και εξετάστηκαν. Σχετικά με την καλλιέργεια του καπνού συλλέχθηκαν τρεις κλώνοι από Κρύα Βρύση, δέκα από Μελίκη, επτά από Κατερίνη, τρεις από Αμφίκλεια και τρεις από Ναύπλιο. Όσον αφορά τη ροδακινιά συλλέχθηκαν 16 κλώνοι από Μελίκη, ένας

από Κατερίνη, τρεις από Βελεστίνο και τέλος δύο από Λεχώνια. Οι δόσεις που εφαρμόστηκαν ποικίλουν για κάθε εντομοκτόνο. Χρησιμοποιήθηκαν τα εντομοκτόνα imidacloprid, phosphamidon, pirimicarb και bifenthrin. Μετά τη μεταχείριση, τα έντομα διατηρούνταν σε θερμοκρασία 17°C και φωτοπερίοδο L16:D8. Η θνησιμότητα υπολογιζόταν μετά από την παρέλευση 24 ωρών.

Τα αποτελέσματα του πειράματος επιβεβαίωσαν για ακόμη μία φορά την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα. Ο παράγων ανθεκτικότητας (RR) ο οποίος εκφράστηκε ως προς τον κλώνο με τη μικρότερη μέση θανατηφόρα συγκέντρωση (LC₅₀) χωρίς όμως αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι είναι και ευαίσθητος, παρουσίασε διακύμανση για το phosphamidon από 2,8-11,9 στην καλλιέργεια της ροδακινιάς και 4,5-35,5 στην καλλιέργεια του καπνού. Ανάλογα, στο pirimicarb κυμάνθηκαν από 2,1-37,5 και 1,18-29 αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή imidacloprid είναι αρκετά ενδιαφέροντα αφού ο παράγων ανθεκτικότητας (RR) λαμβάνει τιμές από 1,03 έως 9,7 στη ροδακινιά και 1,4-75,7 στον καπνό.

Α ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστά 4000 είδη αφίδων τα οποία τρέφονται από τους χυμούς των φυτών. Τα χαρακτηριστικά που τα διακρίνουν από τα άλλα έντομα είναι η ιδιομορφία του βιολογικού τους κύκλου, η στενή τους σχέση με το φυτό ξενιστή, ο πολυμορφισμός τους (η εμφάνιση εντός του είδους διαφορετικών μορφών) και η ικανότητά τους να αναπαράγονται αγενώς και εγγενώς.

Το *M. persicae* είναι κοσμοπολίτικο είδος και συναντάται σε όλες τις περιοχές του πλανήτη. Έχει μεγάλη οικονομική σημασία για πολλές καλλιέργειες λόγω των άμεσων και έμμεσων ζημιών που προκαλεί. Οι πυκνοί συνήθως πληθυσμοί τους, ο μεγάλος αριθμός γενεών το έτος, που συχνά ξεπερνά τις 10, και η μετάδοση ιών στα φυτά, κατατάσσουν τις αφίδες ανάμεσα στους πιο βλαβερούς εχθρούς των καλλιεργούμενων φυτών. Αποτελεί τον σοβαρότερο εχθρό για την καλλιέργεια του καπνού, μια από τις πιο προσοδοφόρες στη χώρα μας ανάμεσα σ' αυτές που δεν συμβάλλουν στη διατροφή του ανθρώπου. Η μεγάλη έκταση που καλύπτει και έφτασε τα 54.770 εκτάρια το 2001 αντιστοιχούσε στο 1/3 της Ευρωπαϊκής καθιστώντας την μία από τις σημαντικότερες στην Ελλάδα. Σημαντικός ξενιστής του εντόμου είναι και η δενδρώδης καλλιέργεια της ροδακινιάς. Η αλματώδης αύξηση των εκτάσεων που φυτεύτηκαν το διάστημα 1970-1995 την καθιστούν την πιο δυναμική μεταξύ των φυλλοβόλων ειδών που καλλιεργούνται για νωπούς καρπούς στην Ελλάδα.

Σημαντικός περιοριστικός παράγοντας των πληθυσμών των αφίδων είναι οι φυσικοί εχθροί, και σε αρκετές περιπτώσεις τους ελέγχουν ικανοποιητικά. Ανάμεσα στους φυσικούς εχθρούς είναι αρπακτικά: Δίπτερα (Syrphidae, Cecidomyiidae), Νευρόπτερα (Hemerobiidae, Chrysopidae), Κολεόπτερα (Coccinellidae, Carabidae, Staphylinidae), παρασιτοειδή: Υμενόπτερα (Proctotrupidae, Chalcididae, Braconidae) και εντομοπαθογόνοι μύκητες γενών όπως: *Empusa* (Zygomycota), *Entomophthora* (Zygomycota), *Verticillium* (Hyphomycetes) κ.ά.

Ωστόσο, η χημική καταπολέμηση αποτελεί το σημαντικότερο τρόπο αντιμετώπισης των αφίδων κυρίως κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο όπου ο πληθυσμός είναι ιδιαίτερα αυξημένος (Τζανακάκης 1980). Δυστυχώς όμως, τα τελευταία χρόνια σημειώνεται ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε πολλά από τα εντομοκτόνα με αποτέλεσμα πληθυσμός αφίδων να επιβιώνουν μετά την εφαρμογή. Οι μηχανισμοί ανθεκτικότητας είτε εμποδίζουν τα εντομοκτόνα να φθάσουν στο στόχο μέσα στο

έντομο (αυξημένη ποσότητα ενζύμου εστεράσης E4) ή αλλάζουν τη σύνθεση του στόχου (MACE, Kdr).

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκαν 57 κλώνοι του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από δύο ξενιστές (ροδακινιά, καπνός) και περιοχές της Μακεδονίας, Κεντρικής Ελλάδας (Θεσσαλία), Στερεά Ελλάδας και Πελοποννήσου με στόχο τη διαπίστωση ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε οργανοφωσφορικά (phosphamidon), καρβαμιδικά (pirimicarb), πυρεθρίνες (bifenthrin) και νεονικοτινοειδή (imidacloprid). Η μελέτη έγινε με τη βοήθεια της μεθόδου «ταχείας εμφάπτισης» σε ενήλικα θηλυκά παρθενογενετικά άτομα.

1. Καλλιέργειες

1.1. Καπνός

1.1.1. Ιστορικά δεδομένα

Ο καπνός *Nicotiana tabacum* (L.) (Solanaceae) είναι φυτό που προήλθε από την Αμερικανική Ήπειρο. Η χρήση του καπνού ήταν γνωστή στους Ινδιάνους 500 τουλάχιστον χρόνια πριν την ανακάλυψη της Αμερικής. Αναφέρεται επίσης ότι ήταν γνωστή η χρήση του και στην Αυστραλία.

Στην Ευρώπη ήρθε τον 16^ο αιώνα και πρωτοκαλλιεργήθηκε ως διακοσμητικό και φαρμακευτικό φυτό στη Γαλλία, Πορτογαλία και Ισπανία. Στην Ελλάδα πρέπει να ήρθε στις αρχές του 18^{ου} αιώνα από τον Εύξεινο Πόντο στην Κεντρική Μακεδονία και από τα παράλια της Μικράς Ασίας στη Θράκη και Ανατολική Μακεδονία.

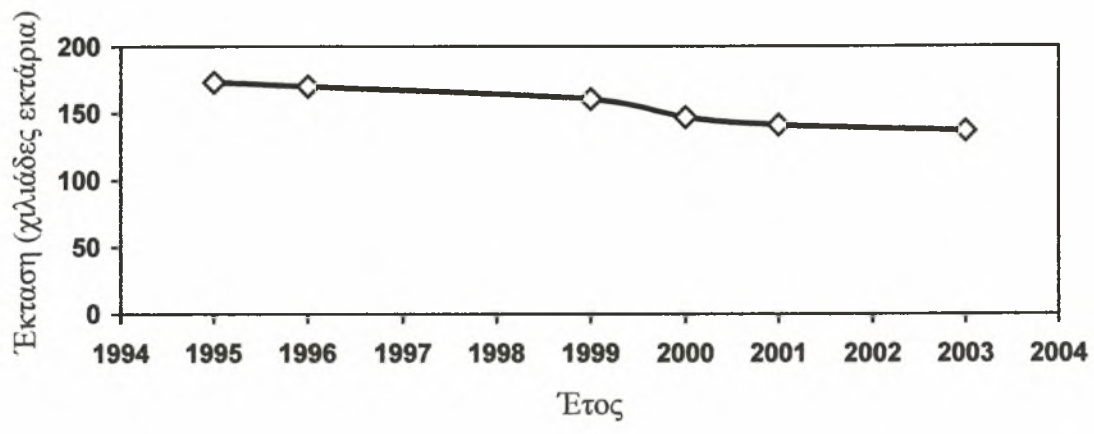
Σήμερα καλλιεργείται και στις πέντε ηπείρους και έχει ευρεία διάδοση. Αρχικά ο καπνός απέκτησε θρησκευτική σημασία, ύστερα θεωρήθηκε φαρμακευτικό φυτό, ενώ αργότερα πολεμήθηκε από τις διάφορες θρησκείες και την πολιτεία. Σήμερα καταναλώνεται για απόλαυση. Το όνομα *Nicotiana* δόθηκε από το Γάλλο πρέσβη στην Πορτογαλία Nicot ο οποίος προσέφερε στην Αικατερίνη των Μεδίκων (το 1561) φύλλα καπνού, η οποία όταν ρουφούσε την τριμμένη σκόνη τους, ανακουφιζόταν από τον πονοκέφαλο (Φασούλας και Σενλόγλου 1966, Σφήκας 1988, Ευστράτογλου- Τοδούλου 1995).

1.1.2. Παγκόσμια σημασία του καπνού

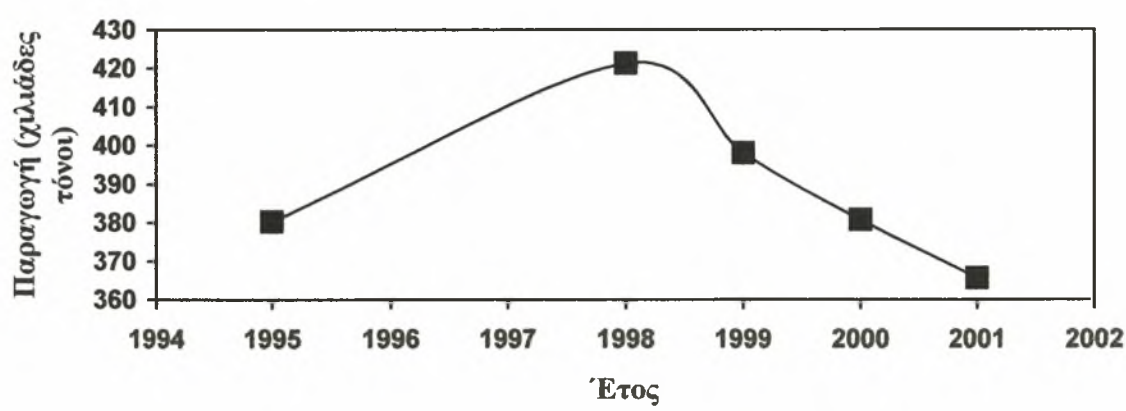
Παρόλο που ο καπνός δεν μετέχει στη διατροφή του ανθρώπου, αλλά καταναλίσκεται για απόλαυση και παρά τις αντικαπνιστικές εκστρατείες, η σημασία του καπνού σε όλο τον κόσμο παραμένει μεγάλη. Είναι το σπουδαιότερο γεωργικό φυτό που δεν συμβάλλει στη διατροφή του ανθρώπου και από τα λίγα που το κύριο προϊόν τους είναι τα ξηρά φύλλα.

Μολονότι είναι φυτό τροπικών περιοχών, η καλλιέργειά του φθάνει σήμερα μέχρι 60° Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος (Κεντρική Σουηδία) και 40° Νότιο Γεωγραφικό Πλάτος (Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία). Στη γεωγραφική του εξάπλωση βοήθησε το γεγονός ότι δημιουργήθηκαν τύποι που ο βιολογικός του κύκλος διαρκεί από δύο μέχρι πέντε μήνες.

Παρακάτω παρατίθενται διαγράμματα που παρουσιάζουν την κατάσταση, όσον αφορά την έκταση που καλύπτει αλλά και την παραγωγή της καπνοκαλλιέργειας στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια.



Σχήμα 1. Ετήσια καλλιεργούμενη έκταση καπνού στην Ευρώπη.



Σχήμα 2. Ετήσια παραγωγή καπνού στην Ευρώπη.

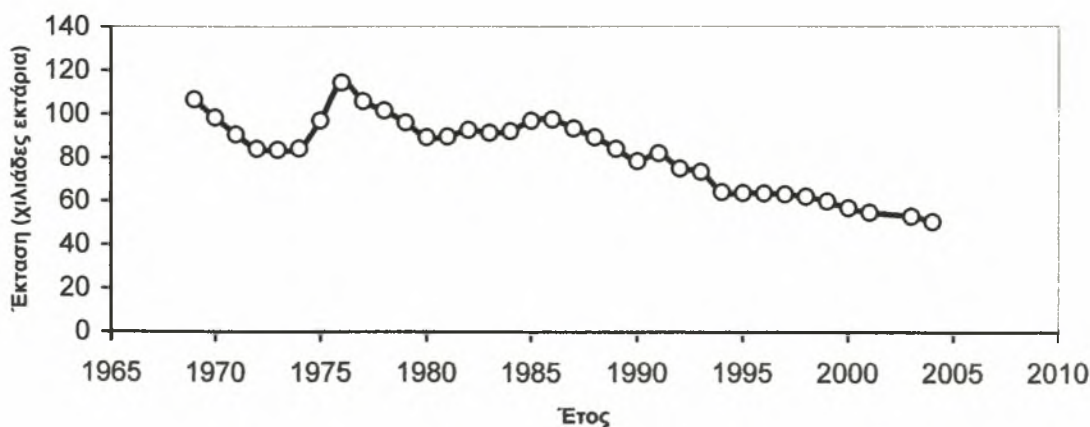
Ο καπνός είναι μία από τις πιο δυναμικές καλλιέργειες σε επίπεδο παραγωγού, αλλά και σε επίπεδο εθνικής και παγκόσμιας οικονομίας. Οι δασμοί στις εισαγωγές και η φορολογία κατανάλωσης αποτελούν σημαντικό έσοδο για όλα τα κράτη, είτε καλλιεργούν είτε δεν καλλιεργούν καπνά, αλλά και το διεθνές εμπόριο είναι από τα πιο ανθηρά, γιατί ακόμη και εξαγωγικές χώρες, όπως οι Η.Π.Α., εισάγουν ποσότητες τύπων που δεν παράγουν οι ίδιες (Φασούλας και Σένογλου 1966, Σφήκας 1988).

1.1.3. Σημασία του καπνού στην Ελλάδα

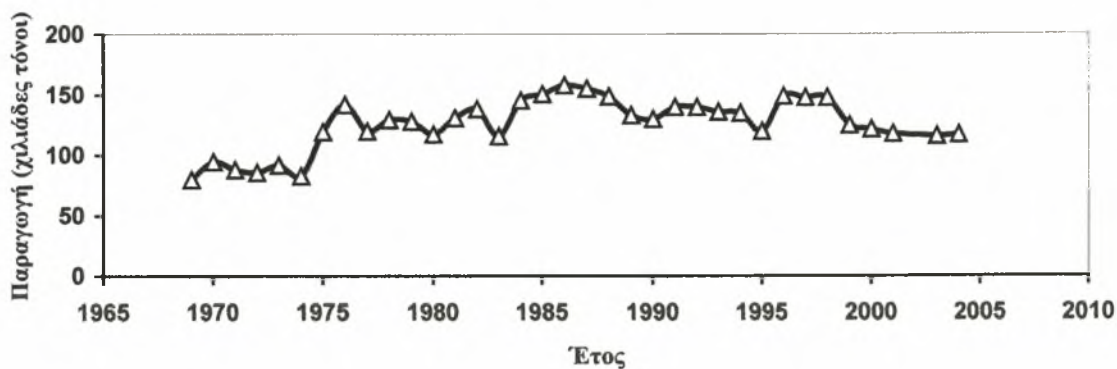
Ο καπνός ήταν για πολλές δεκαετίες η πλέον δυναμική καλλιέργεια και το πρώτο από άποψη συναλλαγματικής αξίας προϊόν, αφού μέχρι πρόσφατα αντιπροσώπευε το 40% του συνόλου των εξαγωγών της χώρας. Σήμερα έρχεται δεύτερο ανάμεσα στα γεωργικά προϊόντα μετά το βαμβάκι. Ανάμεσα στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας είναι αυτό που δίνει τη μεγαλύτερη ακαθάριστη πρόσοδο αξιοποιώντας οικογενειακά εργατικά χέρια.

Η μεγάλη σημασία του καπνού οφείλεται στο γεγονός ότι οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας είναι εξαιρετικά ευνοϊκές για παραγωγή καπνών ποιότητας. Τα ανατολικού τύπου καπνά, που είναι τα κυρίως ελληνικά καπνά, αξιοποιούν τα πτωχά, επικλινή και επομένως ακατάλληλα για άλλες καλλιέργειες εδάφη, αποδίδοντας μεγάλο εισόδημα και ο καπνός αξιοποιεί ειδικευμένα και μη εργατικά χέρια που ήταν άφθονα μέχρι πρόσφατα. Παράλληλα, το Ελληνικό κράτος στήριξε από την αρχή το προϊόν και οργάνωσε επιτυχές σύστημα συγκέντρωσης και υποστήριξης της τεχνικής της καλλιέργειας και διάθεσής του. Τέλος, η ανάπτυξη της καπνοβιομηχανίας και το καπνεμπόριο ήταν από τα πρωτοποριακά παραδείγματα στην Ελλάδα, χάρη και στην εκλεκτή ποιότητα των περιζήτητων μέχρι πρόσφατα ελληνικών καπνών (Σφήκας 1988).

Μετά την απελευθέρωση της Ελλάδας από τους Τούρκους η παραγωγή του καπνού ήταν μόλις 500-600 t. Από τότε παρουσίασε ανοδική πορεία και το 1912 έφτασε τους 12 χιλ. t. Παρακάτω, στα γραφήματα 3 και 4 απεικονίζεται η εξέλιξη της καπνοκαλλιέργειας τα τελευταία χρόνια όσον αφορά την έκταση αλλά και την απόδοση που καλύπτει.



Σχήμα 3. Ετήσια καλλιεργούμενη έκταση καπνού στην Ελλάδα.



Σχήμα 4. Ετήσια παραγωγή καπνού στην Ελλάδα.

Με την ένταξη της χώρας μας στην Ε.Ε. το 1981 άρχισε ουσιαστικά και η καλλιέργεια της ξενικής ποικιλίας καπνού Virginia. Η επέκταση των καπνών Virginia υπήρξε ταχύτατη, γιατί είναι πιο παραγωγικά και αποξηραίνονται πιο εύκολα σε σχέση με τα ανατολικού τύπου καπνά. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται από το 1960 και τα καπνά Burley ξενικής προέλευσης, όπως και τα Virginia, αλλά είναι μικρότερης σημασίας.

Το μεγαλύτερο μέρος της καπνοκαλλιέργειας είναι συγκεντρωμένο σε δύο γεωγραφικά διαμερίσματα, στη Μακεδονία και Στερεά Ελλάδα, όπου παράγονται το 38% και 40% της ελληνικής παραγωγής. Το τρίτο κατά σειρά διαμέρισμα είναι η Θράκη.

Η Ελλάδα μαζί με την Ιταλία αποτελούν τις κύριες χώρες παραγωγής καπνών στην Ε.Ε. παράγοντας αντίστοιχα το 45% και το 34% των κοινοτικών καπνών (Ευστράτογλου- Τοδούλου 1995).

1.1.4. Μορφολογία και ταξινόμηση

1.1.4.1. Γενική ταξινόμηση

Ο καλλιεργούμενος καπνός ανήκει στο γένος *Nicotiana* της οικογένειας Solanaceae της τάξεως Tubiflorae. Η οικογένεια Solanaceae περιλαμβάνει περί τα 70 γένη και 1700 είδη φυτών. Πολλά από τα γένη και είδη αυτά καλλιεργούνται για τη διατροφή του ανθρώπου, όπως πατάτα (*Solanum tuberosum*, Solanaceae), τομάτα (*Lycopersicon esculentum*, Solanaceae), πιπεριά (*Capsicum annum* var *annum* L., Solanaceae), κ.ά., για τις τοξικές ουσίες που περιέχουν, όπως ο καπνός ή ως καλλωπιστικά φυτά (πετούνια, κ.ά.).

Το γένος *Nicotiana* περιλαμβάνει ετήσια και πολυετή είδη με ποικιλομορφία χαρακτήρων. Τα γνωστά είδη είναι 66, από τα οποία 36 κατάγονται από τη Νότιο Αμερική, 20 από την Αυστραλία, εννιά από τη Βόρειο Αμερική και ένα από την Αφρική. Το γένος *Nicotiana* χωρίζεται σε τρία υπογένη :

1. *Tabacum*: άνθη σε αποχρώσεις του κόκκινου
2. *Rustica*: άνθη κίτρινα ή πρασινωπά, κάψα δίχωρη
3. *Petunoides*: άνθη λευκά, ιόχροα ή ερυθρά, κάψα δίχωρη, τετράχωρη ή πολύχωρη.

Ο αριθμός χρωμοσωμάτων του γένους *Nicotiana* είναι συνήθως 12 ή 24 ζεύγη, υπάρχουν όμως και είδη με διαφορετικό αριθμό ζευγών από 9-24 (Σφήκας 1988).

Από τα 66 είδη του γένους *Nicotiana* το κατ' εξοχήν καλλιεργούμενο είδος είναι το *N. tabacum* L. ($2n=4x=48$), δηλαδή ο καπνός που ανήκει στο υπογένος *Tabacum*, ομάδα *Genuinae*. Σε μικρή έκταση καλλιεργείται το *N. rustica* L. ($2n=48$) (Ρωσία, Πολωνία, Ινδία, κ.ά.) και ελάχιστα το *N. paniculata* L. ($2n=24$) (Ν. Αμερική).

Το *N. tabacum* προήλθε με αμφιπλοειδία από απλοειδή είδη, κατά πάσα πιθανότητα από το *N. sylvestris* (υπογένος *Petunoides*, ομάδα *Alatae*) και ίσως από το *N. tomentosiformis* (υπογένος *Tabacum*, ομάδα *Tomentosae*). Το *N. tabacum* παρουσιάζει μίγμα χαρακτήρων των ομάδων στις οποίες ανήκουν τα δύο αυτά είδη (Σφήκας 1988).

1.1.4.2. Μορφολογία του *N. tabacum* L

Το είδος *N. tabacum* L. είναι φυτό ποώδες ή ημιξυλώδες, ετήσιο, σπανίως διετές ή τριετές και παρουσιάζει μεγάλη πολυμορφία κυρίως ως προς τα φύλλα και το στέλεχος.

Ρίζα. Έχει πασσαλώδη ρίζα, αλλά κατά τη μεταφύτευση κόβεται και το φυτό αποκτά στον αγρό πλούσιο ριζικό σύστημα που του εξασφαλίζει τη θρέψη και ικανοποιητική βιοσύνθεση νικοτίνης η οποία μεταφέρεται στα φύλλα.

Βλαστός. Ο βλαστός είναι παχύς, ευθυτενής και έχει συνήθως ύψος 1-2 m, υπάρχουν όμως και νάνοι όπως και γιγαντόσωμοι τύποι.

Φύλλα. Αποτελούν το κύριο προϊόν του καπνού. Ο αριθμός των φύλλων είναι γενετικό χαρακτηριστικό και κυμαίνεται από 20-30, ενώ στους γιγαντόσωμους τύπους υπερβαίνει τα 100. Οι ελληνικές αρωματικές ποικιλίες έχουν περισσότερα από 30 φύλλα.

Τα φύλλα είναι απλά αλλά το σχήμα τους διαφέρει αναλόγως της ποικιλίας και είναι λογχοειδές, ωοειδές, ελλειπτικό ή ενδιάμεσο. Συνήθως τα φύλλα μικραίνουν προς την κορυφή. Η γωνία εκφύσεως είναι συνήθως οξεία, ενώ τα φύλλα της βάσεως είναι οριζόντια. Τα φύλλα είναι άμισχα στις περισσότερες ποικιλίες.

Ταξιανθία. Η ταξιανθία είναι φοβοειδής κόρυμβος με πολλούς κλάδους μικρότερους της ράχης. Ο κάλυκας έχει σχήμα κυλίνδρου ή κώδωνα, μήκος 12-25 cm και άνισα τριγωνικά δόντια. Η στεφάνη μοιάζει με χοάνη ή σωλήνα, είναι χνουδωτή με μακρύ σωλήνα λευκής απόχρωσης, που διαπλατύνεται από τη μέση και επάνω για να καταλήξει σε βραχύ έλασμα με πέντε τριγωνικούς οξείς λοβούς χρώματος κόκκινου ή ροζ.

Καρπός. Είναι κυλινδρική ή κωνική κάψα με διάφορο μέγεθος. Ο σπόρος είναι πολύ μικρός (1 g έχει περισσότερους από 12 χιλ. σπόρους), ωοειδής, χρώματος φαιού έως μαύρου.

1.1.4.3. Ταξινόμηση του *N. tabacum* L

Το *N. tabacum* L έχει πλούσιο γενετικό υλικό που μεταβάλλεται συνεχώς και από το οποίο με διάφορες μεθόδους βελτίωσης προέκυψαν διάφοροι τύποι. Στη χώρα μας το 1960 ο Αργυρούδης, Διευθυντής του Καπνολογικού Ινστιτούτου, έδωσε τη βοτανική (τύποι έμμισχοι και άμισχοι) και εμπορική (εξαγωγίμα και εσωτερικής κατανάλωσης) ταξινόμηση. Το 1971 ο Σφήκας, επίσης Διευθυντής του Καπνολογικού Ινστιτούτου, βελτίωσε την παραπάνω ταξινόμηση κατατάσσοντας τα ελληνικά καπνά με βάση τη βιομηχανική τους χρήση σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. **Αρωματικά καπνά:** Δίνουν στα τσιγάρα το άρωμα και συμβάλλουν στην καλύτερη γεύση (Μπασμάς Ξάνθης, Μπασμάς Μακεδονίας και Ζίχνα)
2. **Ουδέτερα ή γεμίσματος:** Προστίθενται στο μίγμα σε διάφορες αναλογίες, ώστε να μετριάσουν, χωρίς να αλλοιώσουν, το χαρακτήρα του βασικού καπνού (Καμπά Κουλάκ, Μυρωδάτα, Ζιγνομυρωδάτα)
3. **Βασικά ή γεύσεως:** Αποτελούν τη βάση του μίγματος στο οποίο προσδίδουν τη γεύση ή επηρεάζουν το χαρακτήρα (Κατερίνης, Τσεμπέλια, Μαύρα).

Με την ένταξη της χώρας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα οι διάφορες και πολυάριθμες ελληνικές ποικιλίες συγχωνεύτηκαν σε οκτώ ομάδες ποικιλιών καπνού ανατολικού τύπου με τους κωδικούς κοινοτικούς αριθμούς 17-24, ενώ οι ποικιλίες Burley και Virginia κωδικοποιήθηκαν με τους αριθμούς 25 και 26 αντιστοίχως.

Με τον κανονισμό 2075/92 της Ε.Ε. όλες οι ποικιλίες ακατέργαστου καπνού που διακινούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατατάσσονται στις ακόλουθες οκτώ ομάδες (Γαλόπουλος 1966):

1. **Flue cured.** Καπνά τα οποία έχουν αποξηρανθεί σε φούρνους με ελεγχόμενες συνθήκες κυκλοφορίας του αέρα, της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Στην ομάδα αυτή ανήκουν και τα ελληνικά Virginia.
2. **Light air cured.** Καπνά που έχουν αποξηρανθεί στον αέρα υπό σκιά σε ξηραντήριο και τα οποία δεν έχουν υποστεί ζύμωση. Στην ομάδα αυτή ανήκουν και τα ελληνικά Burley.
3. **Dark air cured.** Καπνά που έχουν αποξηρανθεί όπως της ομάδας II, αλλά τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση πριν διατεθούν στο εμπόριο. Στην ομάδα αυτή δεν ανήκει καμία ελληνική ποικιλία.
4. **Fire cured.** Καπνά που έχουν αποξηρανθεί με φωτιά. Και στην ομάδα αυτή δεν ανήκει καμία ελληνική ποικιλία.
5. **Sun cured.** Καπνά που έχουν αποξηρανθεί στον ήλιο. Στην ομάδα αυτή από τα ελληνικά καπνά περιλαμβάνονται τα Τσεμπέλια, τα Μαύρα, τα Μη Κλασικά Καμπά Κουλάκ, τα Μυρωδάτα Σμύρνης, τα Τραπεζούς και Φ/1.
6. **Μπασμάς (Sun cured).** Καθαρή ελληνική ομάδα ποικιλιών που περιλαμβάνει τα αρωματικά ελληνικά καπνά (Μπασμάς Ξάνθης, Μπασμάς Μακεδονίας και Ζίχνα).
7. **Κατερίνη και παρεμφερείς ποικιλίες (Sun cured).** Επίσης καθαρή ελληνική ομάδα ποικιλιών που περιλαμβάνει τα καπνά Σαμψούς και Μπασή-Μπαγλή.
8. **Κλασικά καμπά κουλάκ και παρεμφερή (Sun cured).** Και αυτή η ομάδα ποικιλιών είναι καθαρή ελληνική και περιλαμβάνει τα κλασικά Καμπά Κουλάκ, Ελασσόνα, Μυρωδάτα Αργινίου και Ζιχνομυρωδάτα.

1.1.5. Εχθροί και ασθένειες

Τα καπνόφυτα προσβάλλονται στον αγρό από: α) ασθένειες, β) ζωικά παράσιτα και γ) ορισμένα άλλα φυτοπαράσιτα.

Α) ασθένειες

Ορισμένες ασθένειες που προσβάλλουν τόσο το καπνοσπορείο όσο και τα ανεπτυγμένα φυτά στον αγρό είναι ο περονόσπορος, το βακτήριο του καπνού και η κηλιδωτή νέκρωση του καπνού. Επιπλέον, τα καπνόφυτα στον αγρό μπορεί να

εκδηλώσουν τις παρακάτω ασθένειες (Σφήκας 1988, Χρυσοχόου και Βεζιρτζόγλου 1996):

- Φυτόφθορα του καπνού (*Phytophthora*, Pythiaceae). Προκαλείται από το μύκητα εδάφους *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*. Είναι ασθένεια των ριζών και του λαιμού όπου δημιουργείται στένωση στη βάση, υποκίτρινη στην αρχή και αργότερα μαύρη. Τα φύλλα νεκρώνονται και παραμένουν στο στέλεχος. Ο μύκητας εισέρχεται στη ρίζα από νύγματα νηματωδών.
- Μαύρη σήψη ριζών (θιελάβια). Προκαλείται από το μύκητα εδάφους *Thielaviopsis basicola*, ο οποίος σε περίπτωση έντονης προσβολής καταστρέφει τελείως το ριζικό σύστημα, με αποτέλεσμα να προκαλείται χλώρωση και νέκρωση του υπέργειου τμήματος.
- Ωίδιο του καπνού (στάχτη ή μπάστρα). Προκαλείται από το μύκητα *Erisiphe cichoracearum*, ο οποίος προσβάλλει τα φύλλα (πρώτα τα κατώτερα) όπου εμφανίζονται μικρές λευκές κηλίδες, που στη συνέχεια επεκτείνονται, ενώ η μολυσμένη επιφάνεια καλύπτεται με λευκό χνούδι και τελικώς ξηραίνεται. Ευνοείται από υπερβολική υγρασία, σκίαση και σχετικώς χαμηλή θερμοκρασία.
- Μωσαϊκή του καπνού. Οφείλεται στον ιό Tobacco mosaic virus που μεταδίδεται πολύ εύκολα μηχανικά και προσβάλλει κυρίως τα φύλλα, όπου εμφανίζονται ακανόνιστες, διάσπαρτες κηλίδες με χρώμα βαθύ πράσινο έως χλωρωτικό κίτρινο, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας.

B) Ζωικά παράσιτα

Έκτός από τα συνήθη έντομα εδάφους: σιδηροσκόληκες, αγρότιδες, κ.ά. τα καπνόφυτα στον αγρό προσβάλλονται και από τα παρακάτω έντομα:

- Θρίπας του καπνού, *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera, Thripidae). Προσβάλλει και απομυζά τα φύλλα του καπνού κυρίως κατά μήκος των νευρώσεων και τα παραμορφώνει
- Αφίδες, *M. persicae*. Απομυζούν τα φύλλα και μεταδίδουν ιούς (PVY, CMV, AMV) με μη έμμονο τρόπο.
- Φθοριμαία *Phthorimaea heliopa* (Lower) (Lepidoptera, Gelechiidae) Οι προνύμφες τρώνε το σπογγώδη ιστό των φύλλων στον οποίο εμφανίζονται διαφανείς στοές.

- Πράσινο σκουλήκι, *Helicoverpa armigera* (Huebner) (Lepidoptera, Noctuidae). Οι προνύμφες τρώνε τα επάνω φύλλα σχηματίζοντας κύκλους και αργότερα προσβάλλουν τους σπόρους που είναι η κύρια τροφή τους.
- Αλευρώδης του καπνού *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera, Aleyrodidae)
- Νηματώδεις.

Γ) Άλλα φυτοπαράσιτα

- Οροβάγχη (*Orobanche* spp., Orobanchaceae) (λύκος ή μπλε λουλούδι). Είναι φανερόγαμο παράσιτο πολλών φυτικών ειδών (σολανώδη, ψυχανθή, κ.ά.). Έχει πολυάριθμους σπόρους που μεταφέρονται με το νερό, τον αέρα και την κοπριά και διατηρούν τη βλαστικότητα τους στο έδαφος για περισσότερο από δέκα χρόνια, γι' αυτό και δεν αντιμετωπίζεται με αμειψισπορά. Οι σπόροι φυτρώνουν μόνο όταν έρχονται σε επαφή με τη ρίζα του ξενιστή και τα φυτάρια προσκολλώνται στις ρίζες και αναπτύσσονται μέχρι 30-40 cm ύψος απομυζώντας χυμούς από τις ρίζες.
- Ψευδοροβάγχη (Orobanchaceae). Εκδηλώνεται με ανώμαλες άσπρες εκβλαστήσεις (όγκους) στη ρίζα, οι οποίες συνήθως παραμένουν μέσα στο έδαφος και είναι χλωρωτικές, ενώ όταν βγουν στην επιφάνεια του εδάφους πρασινίζουν. Το υπέργειο τμήμα παρουσιάζει καθυστερημένη ανάπτυξη, χλώρωση και μαρανση.

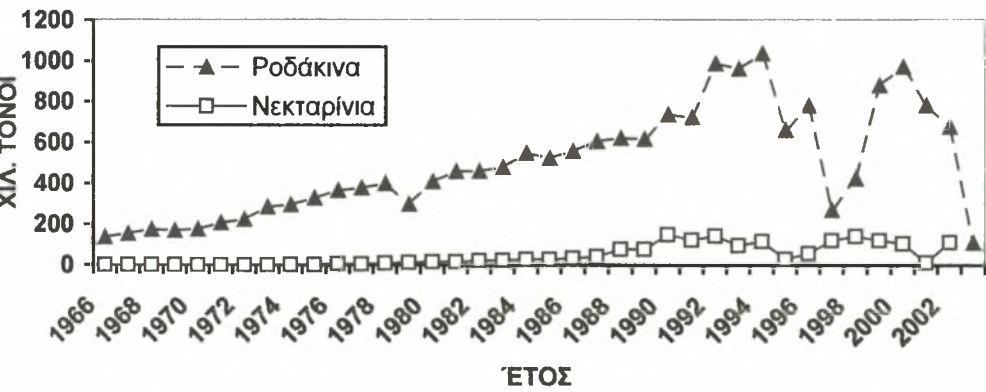
1.2. Ροδακινιά

1.2.1. Οικονομική σημασία της καλλιέργειας για την Ελλάδα

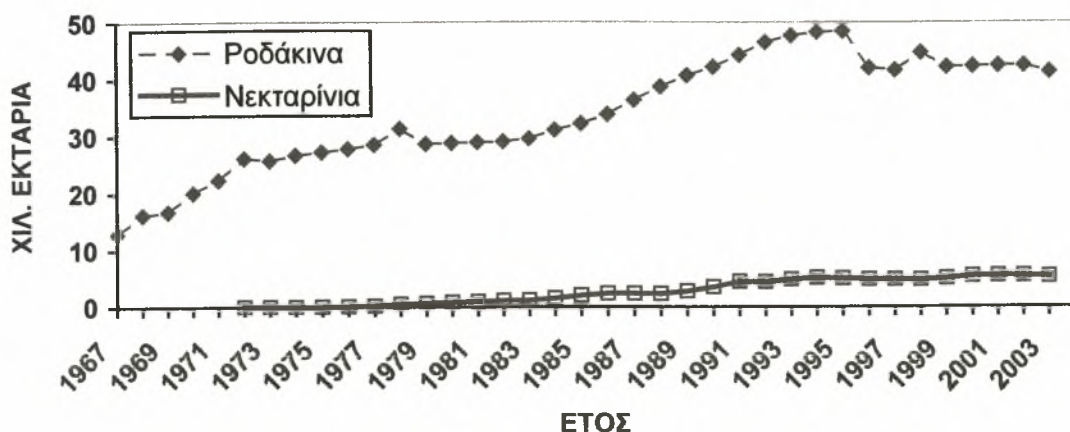
Η ροδακινιά *Prunus persica* (L.) (Rosaceae) αποτελεί την πιο δυναμική καλλιέργεια της χώρας μεταξύ των διαφόρων φυλλοβόλων δενδροκομικών ειδών που καλλιεργούνται για την παραγωγή νωπών καρπών στην Ελλάδα. Χαρακτηριστική είναι η αλματώδης αύξηση των εκτάσεων που φυτεύτηκαν με ροδακινιές κατά τα έτη 1970–1995 (Σχήμα 6). Σταθερή ανοδική πορεία παρουσίασε και η συνολική παραγωγή (Σχήμα 5). Οι διακυμάνσεις της παραγωγής οφείλονται στην επικράτηση δυσμενών καιρικών συνθηκών και κυρίως σε παγοπληξίες των δέντρων από παγετούς του χειμώνα ή της άνοιξης (Σφακιωτάκης 1993).

Με στοιχεία του 1993, το 94% των εκτάσεων που έχουν φυτευτεί με ροδακινιές βρίσκεται συγκεντρωμένο στη Μακεδονία και κυρίως στους νομούς Ημαθίας (46,6%) και Πέλλης (67,5%). Στις περιοχές αυτές, ένα μεγάλο μέρος από τη συνολική έκταση (67,5%) κατέχουν ποικιλίες επιτραπέζιες. Σημαντικό μέρος κατέχουν οι εκτάσεις που

έχουν φυτευτεί με συμπύρηνα ροδάκινα για να ικανοποιούνται οι ανάγκες της βιομηχανίας. Τα τελευταία χρόνια, άρχισαν να διαδίδονται και στην χώρα μας τα νεκταρίνια, που ζητούνται πολύ από την αγορά του εσωτερικού και του εξωτερικού ως νωπός καρπός (Σφακιωτάκης 1993). Η ετήσια παραγωγή της χώρας σε ροδάκινα ανέρχεται σε 835χιλ. τόνους, για το έτος 2004 (Σχήμα 5), ενώ η καλλιεργούμενη έκταση για το 2003 ανέρχεται σε 41,28 χιλιάδες εκτάρια (Σχήμα 6), σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της Eurostat. Οι αντίστοιχες τιμές για τα νεκταρίνια είναι 111,75 χιλ. τόνοι για το 2004 (Σχήμα 5) και 5,25 χιλ. εκτάρια για το 2003 (Σχήμα 6). Σε μια πολυετή καλλιέργεια αυτού του είδους, η διακύμανση παρατηρείται όσων αφορά την παραγωγή του κάθε έτους, ενώ οι αντίστοιχες εκτάσεις παραμένουν σχετικά σταθερές.



Σχήμα 5. Ετήσια παραγωγή ροδάκινων και νεκταρινιών (χιλ. τόνοι) στην Ελλάδα.



Σχήμα 6. Ετήσια καλλιεργούμενη έκταση ροδάκινων και νεκταρινιών (χιλ. εκτάρια) στην Ελλάδα.

1.2.2. Συστηματική Κατάταξη – Γενικά χαρακτηριστικά

Το επιστημονικό όνομα της ροδακινιάς είναι *Prunus persica*. Ανήκει στα πυρηνόκαρπα (τάξη Rosales, Οικογένεια Rosaceae, υποοικογένεια Prunoideae, $2x=16$ χρωμοσώματα). Το γένος *Prunus* περιλαμβάνει είδη με μεγάλη οικονομική σημασία όπως είναι η ροδακινιά, η νεκταρινιά, η δαμασκηινιά (*Prunus domestica*, Rosaceae), η βερικοκιά (*Prunus armeniaca*, Rosaceae), η κερασιά (*Prunus avium*, Rosaceae) και η αμυγδαλιά (*Prunus amygdalus*, Rosaceae).

Τα είδη του γένους αυτού, είναι μάλλον μικρόσωμα και σχετικά βραχύβια δέντρα. Καρποφορούν σε οφθαλμούς που δίνουν ένα ή και περισσότερα άνθη χωρίς φύλλα. Ο καρπός είναι «δρύπη» με σκληρό ενδοσπέρμιο τον «πυρήνα», που περιέχει το σπέρμα. Ορισμένα είδη του γένους *Prunus* διασταυρώνονται μεταξύ τους και δίνουν υβρίδια ή εμβολιάζονται μεταξύ τους και χρησιμοποιούνται ως υποκείμενα.

Τα είδη του γένους *Prunus* κατατάσσονται σε τρία υπογένη: *Amygdalus*, *Prunophora* και *Cerasus* (Σφακιωτάκης 1993).

1.2.3. Ιστορία – Γεωγραφική κατανομή – Καλλιεργητικές συνθήκες

Η ροδακινιά κατάγεται από την Κίνα, όπου απαντάται ως αυτοφυές και από εκεί διαδόθηκε στην Περσία, Μικρά Ασία καθώς και στην Ελλάδα. Στη χώρα μας η καλλιέργεια της ήταν γνωστή από το 400–300 π.Χ. Από εκεί οι Ρωμαίοι τη μετέφεραν στην Δ. Ευρώπη και από τη Δ. Ευρώπη το 1965 μεταφέρθηκε στην Αμερική με τους

Ισπανούς αποίκους. Το νεκταρίνι διαφέρει από την ροδακινιά μόνο στο ότι ο καρπός του δεν έχει χνούδι, ενώ προήλθε από οφθαλμική μετάλλαξη της ροδακινιάς και ήταν γνωστό πριν από 2000 χρόνια (Βασιλακάκης και Θεριός 1998).

Η ροδακινιά είναι δέντρο της εύκρατης ζώνης και μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά όταν η ελάχιστη θερμοκρασία δεν πέφτει κάτω από -15°C και η μέγιστη δεν υπερβαίνει τους 35°C .

Για τη διακοπή του ληθάργου των οφθαλμών απαραίτητες είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες ($<7^{\circ}\text{C}$), που σε σύνολο ωρών, όσον αφορά τις απαιτήσεις, στις περισσότερες ποικιλίες ροδακινιάς υπερβαίνουν τις 600. Παρόλα αυτά, καταβάλλονται προσπάθειες για τη δημιουργία ποικυλίων με μικρότερες απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες, για την αξιοποίηση πιο ζεστών περιοχών με σκοπό την παραγωγή πρώιμων ροδάκινων. Ευδοκιμούν, όμως και παράγουν καλής ποιότητας καρπούς σε περιοχές με ζεστό και ξηρό καλοκαίρι, αλλά, γενικά, έχει μεγάλες απαιτήσεις σε νερό κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου και ιδίως πριν την ωρίμανση του καρπού, ο οποίος αυξάνεται πολύ γρήγορα (Σφακιωτάκης 1993; Βασιλακάκης και Θεριός 1998).

Τα καταλληλότερα εδάφη για τη ροδακινιά είναι τα ελαφρά ως μέσης σύστασης. Δεν αναπτύσσεται καλά στα βαριά εδάφη, γιατί δεν στραγγίζουν και δεν αερίζονται καλά, με πολύ δυσάρεστες συνέπειες στην ανάπτυξη του δέντρου, την παραγωγή, την ποιότητα και τη μακροζωία. Σε βαριά εδάφη την άνοιξη παρατηρείται μια γενική χλώρωση στα φύλλα του δέντρου, που οφείλεται στην υπερβολική υγρασία και τον κακό αερισμό του εδάφους. Τα αλκαλικά εδάφη πρέπει να αποφεύγονται, γιατί ο οπωρώνας θα υποφέρει μόνιμα από έλλειψη σιδήρου και θα πρέπει να λιπαίνεται σχεδόν κάθε χρόνο με οργανικό σίδηρο, γεγονός που αυξάνει το κόστος παραγωγής (Βασιλακάκης και Θεριός 1998).

1.2.4. Ποικιλίες ροδακινιάς

Τα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη για την περιγραφή των ποικυλίων ροδακινιάς είναι τα εξής: ο χρόνος ωρίμανσης των καρπών, το χρώμα της σάρκας του καρπού (λευκόσαρκα ή κιτρινόσαρκα ροδάκινα), ο αποχωρισμός του πυρήνα από την σάρκα (εκπύρηννα ή συμπύρηννα), η ύπαρξη ή όχι χνουδιού (κοινά ροδάκινα ή νεκταρίνια), η συνεκτικότητα της σάρκας κατά την ωρίμανση, η ευπάθεια στις ασθένειες και οι απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες για τη διακοπή του ληθάργου των οφθαλμών τους.

Οι τρεις βασικές κατηγορίες ροδάκινων είναι οι εξής:

- i. Επιτραπέζια ροδάκινα
- ii. Νεκταρίνια ή μηλοροδάκινα
- iii. Συμπύρηνα ή κονσερβοποιήσιμα ροδάκινα, (Βασιλακάκης και Θεριός 1998).

1.2.5. Εχθροί και ασθένειες της ροδακινιάς

Η καλλιέργεια της ροδακινιάς προσβάλλεται από διάφορους εχθρούς και ασθένειες, σημαντικότερες εκ των οποίων είναι οι εξής:

Ασθένειες

Από τις μυκητολογικές ασθένειες σημαντικότερες είναι ο εξώασκος της ροδακινιάς (*Taphrina*, συν. *Exoascus*, *Taphrinales*), το κορόνιο (*Wilsonomyces carpophilus*, *Hyphomycetes* συν. *Stimina carpophila*, *Coryneum beijerinckii* και *Clasterosporium carpophilum*), το ωίδιο (*Sphaerotheca pannosa*, *Erysiphales*) και οι διάφορες αδρομυκώσεις που οφείλονται σε μύκητες κυρίως του γένους *Verticillium*, όσον αφορά τα πυρηνόκαρπα (Παναγόπουλος 1997).

Από τις προκαρυωτικές ασθένειες, σημαντικότερη είναι το βακτηριακό έλκος των πυρηνοκάρπων (*Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*) (Παναγόπουλος 1997), ενώ από τις ιολογικές ασθένειες η Ευλογιά της δαμασκηλιάς (*Plum pox* ή *sharka*, *virus della vaiolatura del susino*, R/ 1:3.5/6.2±0.4 : E/ E: S/ Ap) (Κατής 1999).

Εχθροί

Σημαντικότεροι εχθροί της ροδακινιάς είναι η αλευρώδης αφίδα των πυρηνοκάρπων *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) (Homoptera, Aphididae), η πράσινη αφίδα της ροδακινιάς *Myzus persicae* (Sulzer), (Hemiptera, Aphididae), ο καπνώδης των πυρηνοκάρπων *Capnodis tenebrionis* (L.), (Coleoptera, Buprestidae), η ανάρσια (ή βλαστορύκτης της ροδακινιάς) *Anarsia lineatella* (Zeller), (Lepidoptera, Gelechiidae), ο βλαστορύκτης της ροδακινιάς *Grapholitha molesta* (Busck), (Lepidoptera, Tortricidae) και η μύγα της Μεσογείου *Ceratitis capitata* (Wiedemann), (Diptera, Tephritidae) (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998; Τσιτσιπής 1999).

2. Αφίδες

2.1. Συστηματική Κατάταξη – Περιγραφή

Οι αφίδες είναι έντομα που εμφανίζονται συχνά και σε πολλές καλλιέργειες και είναι γνωστές με τα κοινά ονόματα μελίγκρα, ψύλλοι και ψείρες. Ανήκουν στην υπεριοικογένεια Aphidoidea στη σειρά Sternorrhyncha της τάξης Hemiptera, στην οποία έχουν περιγραφεί περίπου 4000 είδη.

Για τη συστηματική κατάταξη των αφίδων έχουν προταθεί δύο συστήματα ταξινόμησης. Ο Heie (1980) κατατάσσει τις αφίδες σε δύο υπεριοικογένειες: Phylloxeroidea και Aphidoidea. Στην πρώτη τοποθετεί τις οικογένειες Adelgidae, Phylloxeridae και στη δεύτερη τις: Mindaridae, Hormaphididae, Phloeomyzidae, Thelaxidae, Anoecilidae, Pemphigidae, Drepanosiphidae, Greenideidae, Aphididae και Lachnidae. Οι Remaudière & Stroyan (1984) ταξινομούν τις αφίδες σε μια υπεριοικογένεια, την Aphidoidea, στην οποία τοποθετούν τρεις οικογένειες: Adelgidae, Phylloxeridae και Aphididae. Στην οικογένεια Aphididae εντάσσονται 20 υποοικογένειες: Pemphiginae, Mindarinae, Hormaphidinae, Tamaliinae, Neophyllaphidinae, Phloeomyzinae, Lizeriinae, Greenideinae, Anoecilinae, Thelaxinae, Phyllaphidinae, Saltusaphidinae, Macropodaphidinae, Drepanosiphinae, Israelaphidinae, Chaitophorinae, Lachninae, Pterocommatinae, Parachaitophorinae και Aphidinae. Ορισμένοι συγγραφείς ακολουθούν την ταξινόμηση των Remaudière και Stroyan, όπως οι Blackman & Eastop (1984) και άλλοι (Ilharco & Van Harten 1987) αυτή του Heie.

Οι αφίδες είναι έντομα μικρού μεγέθους με μαλακό σώμα, γενικό σχήμα ωοειδές και μήκος 1-10 mm. Τα κυριότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις αφίδες από τα άλλα έντομα είναι:

1. Η βάση του ρύγχους βρίσκεται μεταξύ και εμπρός από τα ισχία του πρώτου ζεύγους ποδιών.
2. Η κεραία αποτελείται από δύο βασικά άρθρα (σκάπος και ποδίσκος) και το σχετικά λεπτό μαστίγιο, που συνήθως έχει τέσσερα άρθρα. Το τελευταίο άρθρο της κεραίας αποτελείται από το βασικό τμήμα και την τελική απόληξη.
3. Κάτω από κάθε σύνθετο οφθαλμό υπάρχει ένας οπτικός λοβός με τρία οματίδια (τριοματίδιο).
4. Ο ταρσός αποτελείται από 2 άρθρα.
5. Οι πτέρυγες έχουν μόνο ένα χαρακτηριστικό επίμηκες νεύρο.

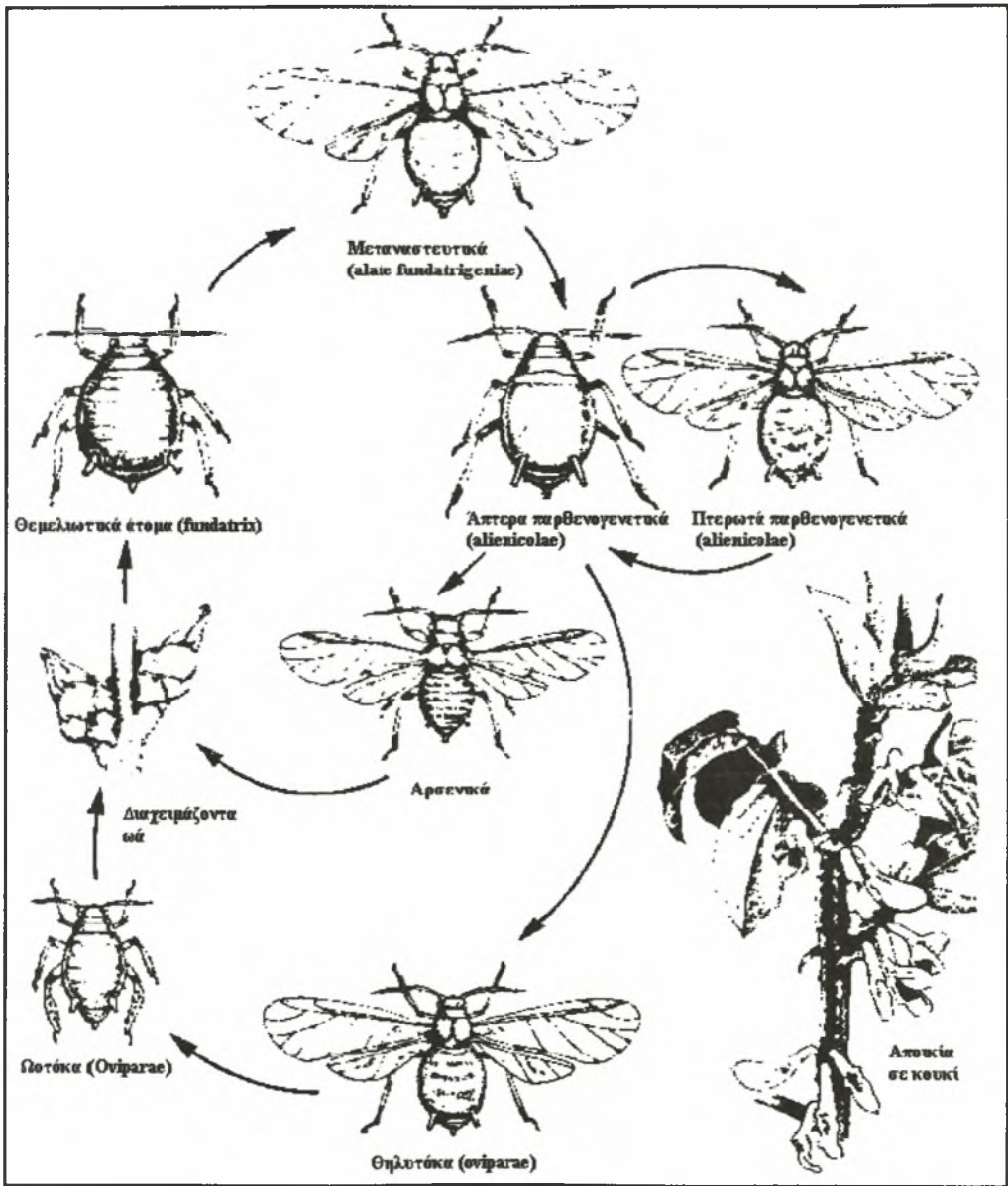
6. Στη ραχιαία πλευρά του πέμπτου κοιλιακού άρθρου υπάρχει ένα ζεύγος από σιφώνια ή κεράτια (τα σιφώνια είναι εκφορητικοί αγωγοί αδένων παραγωγής φερομόνης συναγερμού).
7. Η κοιλιά καταλήγει στην ουρά ή ουρίτσα (cauda).

2.2. Βιολογικός κύκλος αφίδων

Ο διαχωρισμός των αφίδων σε σχέση με το βιολογικό τους κύκλο γίνεται σε δύο ομάδες με βάση την εναλλαγή ή τη μη εναλλαγή ξενιστή, στις μονόοικες (μη μεταναστευτικές) και στις ετερόοικες (μεταναστευτικές) αφίδες. Τα μονόοικα είδη τρέφονται στο ίδιο πολυετές ή ποώδες φυτό κατά τη διάρκεια του έτους. Τα ετερόοικα είδη μεταναστεύουν μεταξύ του πρωτεύοντος ξενιστή, που είναι κυρίως δένδρο και παραμένουν από το φθινόπωρο ως το τέλος της άνοιξης και το καλοκαίρι σε ένα ή περισσότερα είδη δευτερευόντων ξενιστών, που είναι κυρίως ποώδη φυτά. Περίπου 10 % των αφίδων είναι ετερόοικες, όπως για παράδειγμα η αφίδα των μηλοειδών *Dysaphis plantaginea* Passerini (Homoptera, Aphididae), η οποία έχει ως πρωτεύοντα ξενιστή τη μηλιά *Pyrus malus* L. (Rosaceae) και ως δευτερεύοντα ξενιστή το αυτοφυές *Plantago lanceolata* L. (πεντάνευρο) (Plantaginaceae), η μαύρη αφίδα των κουκιών *Aphis fabae* Scopoli (Homoptera, Aphididae) έχει ως πρωτεύοντα ξενιστή το ευώνυμο *Euonimus europaeus* L. (Celasteraceae) και δευτερεύοντες ξενιστές τα κουκιά *Vicia faba* L. (Papilionaceae) τα λάπαθα *Rumex* sp. (Polygonaceae) και άλλα ποώδη φυτά.

Στα ετερόοικα είδη τα χειμερινά ωά γεννιούνται το φθινόπωρο στο φλοιό του κύριου ξενιστή. Την άνοιξη τα ωά εκκολάπτονται και δίνουν άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, που ονομάζονται θεμελιωτικά ή ιδρυτικά άτομα (fundatrix). Ακολουθούν παρθενογενετικές γενιές με άπτερα που παρουσιάζουν προοδευτική μεταβολή στη μορφολογία τους (Lees, 1966). Έπειτα από ορισμένο αριθμό γενεών, γεννιούνται τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (alatae) που διασπείρονται σε φυτά του ίδιου είδους με τον κύριο ξενιστή ή μεταναστεύουν στους δευτερεύοντες ποώδεις ξενιστές. Την άνοιξη και το καλοκαίρι στους δευτερεύοντες ξενιστές η μία παρθενογενετική γενιά διαδέχεται την άλλη. Εκτός από άπτερες μορφές παράγονται πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (apterae και alatae) που μεταναστεύουν σε άλλα φυτά και συνεχίζουν την παρθενογενετική αναπαραγωγή. Το φθινόπωρο, καθώς η διάρκεια της ημέρας μειώνεται, στα Aphididae παράγονται στο

δευτερεύοντα ξενιστή θηλυτόκα πτερωτά (gynoparae) και αρσενικά, που θα μεταναστεύσουν στον κύριο ξενιστή. Εκεί τα θηλυτόκα θα γεννήσουν τα θηλυκά (ωοτόκα) (oviparae), που εναποθέτουν τα χειμερινά ωά μετά από σύζευξη με τα αρσενικά. Στα ετερόοικα είδη άλλων οικογενειών π.χ. Pemphigidae παράγονται στους δευτερεύοντες ξενιστές μόνο μια μεταναστευτική μορφή, που είναι πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά και ονομάζονται φυλογόνα



Σχήμα 7. Βιολογικός κύκλος του ετερόοικου είδους *Aphis fabae* Scopoli (τροποποιημένο από Blackman & Eastop 1984).

(sexuparae). Τα φυλογόνα γενούν στον πρωτεύοντα ξενιστή άπτερα αρσενικά και ωοτόκα θηλυκά. Τα πτερωτά θηλυκά που επιστρέφουν στον πρωτεύοντα ξενιστή,

συχνά παρουσιάζουν μορφολογικές διαφορές από αυτά που μεταναστεύουν την άνοιξη στους δευτερεύοντες ξενιστές (Blackman & Eastop 2000).

Στα μονόικα είδη αφίδων ο παραπάνω ετήσιος κύκλος συμπληρώνεται σε έναν ξενιστή, στο ίδιο φυτό ή σε φυτά του ίδιου είδους. Το φθινόπωρο άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά (φυλογόνα) θα γεννήσουν ωτόκα και αρσενικά. Τα αρσενικά συνήθως είναι άπτερα γιατί δεν χρειάζεται να μεταναστεύσουν για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Σε ορισμένα είδη παράγονται περωτά και άπτερα αρσενικά.

Διάφορες κατηγορίες βιολογικού κύκλου είναι γνωστές μεταξύ των αφίδων (Lampel 1968). Για το είδος *M. persicae* καθώς και για άλλα είδη, όπως το *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera, Aphididae), *Sitobion avenae* F. (Homoptera, Aphididae) και *A. fabae* (Scopoli), έχουν περιγραφεί τέσσερις κατηγορίες βιολογικού κύκλου: ο ολοκυκλικός, ο ανολοκυκλικός, ο ανδροκυκλικός και οι ενδιάμεσοι. Οι ολοκυκλικοί κλώνοι αναπαράγονται σεξουαλικά καθώς κατά το φθινόπωρο, με τη μείωση της διάρκειας της ημέρας, παράγουν αρσενικά και ωτόκα που θα συζευχθούν και θα δώσουν τα διακούντα ωά. Τα ωά παράγονται στον πρωτεύοντα ξενιστή, στον οποίο και διαχειμάζουν (κυκλική παρθενογένεση). Οι ανολοκυκλικοί κλώνοι δεν έχουν τη δυνατότητα παραγωγής σεξουαλικών μορφών και διαχειμάζουν και αναπαράγονται με παρθενογενετικές μορφές σε αυτοφυή φυτά ή σε χειμερινές καλλιέργειες.



Σχήμα 8. Αποικία αφίδων.

Οι ανδροκυκλικοί κλώνοι παράγουν το φθινόπωρο παρθενογενετικά θηλυκά καθώς και αρσενικά τα οποία μπορούν να συζευχθούν με θηλυκά των ολοκυκλικών κλώνων

(Blackman 1971, 1972, Simon 1991). Οι ενδιάμεσοι κλώνοι κατά την ίδια περίοδο παράγουν παρθενογενετικά άτομα και μικρό αριθμό αρσενικών και ωοτόκων.

Οι διάφορες κατηγορίες βιολογικού κύκλου καθώς και οι διάφορες μορφές ατόμων, αποτελούν σημαντικό παράγοντα της εξέλιξης των αφίδων. Στα εύκρατα κλίματα οι συνθήκες διαβίωσης των αφίδων στα δέντρα και σε ποώδη φυτά είναι ευνοϊκές την άνοιξη αλλά παύουν να είναι ευνοϊκές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με τη μείωση της ανάπτυξης των βλαστών και την ωρίμανση των φύλλων. Επομένως, η εξέλιξη των αφίδων συσχετίζεται με το συγχρονισμό του βιολογικού κύκλου του ξενιστή και του εντόμου, με την ποικιλία μορφών, τρόπου διαχείμασης, εναλλαγή ξενιστή και εξειδίκευση διατροφής με αποτέλεσμα τα διάφορα είδη των αφίδων να μπορούν και αποφεύγουν τις δυσμενείς για την επιβίωσή τους συνθήκες και συντείνουν στην επιβίωση και διαιώνισή τους (Shaposhnikov 1985).

2.2.1. Ζημίες

Οι αφίδες αφαιρούν μεγάλη ποσότητα χυμού από τα φυτά και το νύγμα πολλών ειδών προκαλεί συστρόφη των φύλλων, πράγμα που τις προστατεύει από το ψεκαστικό υγρό και δυσκολεύει την καταπολέμηση τους, όταν δεν γίνει έγκαιρα. Τα άφθονα μελιτώδη αποχωρήματα ορισμένων ειδών ρυπαίνουν το φυτό και τους καρπούς και ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων της καπνιάς και τα μυρμήγκια που προστατεύουν τις αφίδες διώχνοντας τα αφιδοφάγα έντομα. Οι αφίδες είναι η κυριότερη κατηγορία εντόμων που μεταδίδει φυτοπαθογόνους ιούς. Μεταδίδουν μη-έμμονους, ημι-έμμονους και έμμονους ιούς. Οι συνήθως πυκνοί πληθυσμοί των αφίδων, ο μεγάλος αριθμός γενεών το έτος, που συχνά ξεπερνά τις 10 και η μετάδοση ιών στα φυτά, κατατάσσουν τις αφίδες ανάμεσα στους πιο βλαβερούς εχθρούς των καλλιεργούμενων φυτών. Το ότι με φυσικές συνθήκες οι αφίδες δεν καταστρέφουν τη φυτική παραγωγή, οφείλεται κατά μέγα μέρος στους πολλούς και αποτελεσματικούς φυσικούς εχθρούς τους (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

2.2.2. Φυσικοί εχθροί

Ανάμεσα στους αποτελεσματικούς φυσικούς εχθρούς των αφίδων είναι αρπακτικά Neuroptera των οικογενειών Chrysopidae και Hemerobiidae, αρπακτικά Coleoptera της οικογένειας Coccinellidae, όπως *Adalia bipunctata* (L.) και

Coccinella septempunctata (L.), αρπακτικά Diptera της οικογένειας Syrphidae και παρασιτοειδή Hymenoptera των οικογενειών Braconidae, Chalcididae και Proctotrupidae. Είδη της υποοικογένειας Aphidiinae είναι κοινά και μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη θνησιμότητα σε πλήθος αφίδες όπως είναι οι *Eriosoma lanigerum* (Hausmann), *Aphis gossypii* (Glover) και *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe). Εντομοπαθογόνοι μύκητες του γένους *Entomophthora* είναι αποτελεσματικοί σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, αλλά όχι στο ύπαιθρο στις παραμεσόγειες περιοχές (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

2.2.3. Καταπολέμηση

Η πλέον συνηθισμένη μέθοδος για τον έλεγχο των πληθυσμών του εντόμου αυτού είναι η χρήση εντομοκτόνων. Πριν από το Β' παγκόσμιο πόλεμο, ο κύριος τρόπος χημικής καταπολέμησης ήταν η χρήση νικοτίνης και ορισμένων αρσενικούχων σκευασμάτων. Αυτά σκότωναν τις αφίδες όταν ψεκάζονταν πάνω στην καλλιέργεια αλλά δεν είχαν καμιά διασυστηματική ή υπολειμματική δράση. Αργότερα, συντέθηκε το DDT καθώς και άλλοι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, όπως το lindane. Τα σκεύασματά αυτά εμφάνιζαν υπολειμματική δράση αλλά όχι διασυστημική. Λόγω προβλημάτων όμως που επέφεραν στο περιβάλλον, όπως η βιοσυσσώρευση τους, αποσύρθηκαν από την αγορά. Τα διασυστηματικά οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, έπειτα, έδωσαν νέα προοπτική για τον έλεγχο των αφίδων, κυρίως στο θέμα της μετάδοσης ιώσεων λόγω της αυξημένης υπολειμματικής τους δράσης, όπως π.χ. σε καλλιέργειες πατάτας. Αργότερα, η σύνθεση των καρβαμιδικών και των πυρεθροειδών αύξησε τις δυνατότητες αντιμετώπισης των εντόμων αυτών ενώ τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται κυρίως νεονικοτινοειδή σκεύασματά, όπως το imidacloprid καθώς και αντιτροφικά, π.χ. pymetrozine, το οποίο θεωρείται κατάλληλο για πολλά μυζητικά έντομα (Foster *et al.* 2002).

Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ενός αφιδοκτόνου σκευάσματος είναι η εκλεκτική τοξικότητα του για τους οργανισμούς στόχους, να έχει διασυστημική δράση, να έχει ικανοποιητική υπολειμματική δράση, να δρα ταχέως και να έχει μικρή τοξικότητα. Τα αφιδοκτόνα, ενδείκνυται να μην έχουν καμιά επίδραση πάνω στα αρπακτικά και τα παρασιτοειδή των αφίδων. Επίσης, να μην επηρεάζουν τους επικονιαστές των καλλιεργούμενων φυτών, όπως π.χ. τους βομβίνους και τις

μέλισσες. Επιπλέον, να μην είναι πολύ τοξικά σε άλλα ζώα (θηλαστικά, πουλιά). Η διασυστημική ιδιότητα τους είναι πολύ σημαντική τόσο ως προς την μείωση του αριθμού των επεμβάσεων όσο και ως προς την προστασία των φυτών από τις αφιδομεταδιδόμενες φυτονόσους. Όσον αφορά την προστασία των καλλιεργειών από τους αφιδομεταδιδόμενους ιούς με μη έμμοно τρόπο, σημαντική είναι η ταχεία δράση του σκευάσματος όπως επίσης και η υπολειμματική του διάρκεια. Τέλος, δεν πρέπει τα σκευάσματα αυτά να είναι φυτοτοξικά.

2.3. *Myzus persicae* (Sulzer)

2.3.1. Περιγραφή

Το ακμαίο άπτερο θηλυκό έχει σώμα ωοειδές, χρώμα πράσινο-κίτρινο ή ρόδινο, μακριές κεραίες, λίγο μικρότερες του μήκους του σώματος του, που φύονται από χαρακτηριστικό λοβοειδές φυμάτιο στο μέτωπο. Τα σιφώνια είναι λεπτά και μακριά (περίπου 4 mm) αλλά δεν ξεπερνούν την άκρη της κοιλίας και έχουν χρώμα πράσινο, ενώ η ουρά (cauda) είναι μικρή, στενόμακρη (περίπου 0,2 mm), ανοιχτού χρώματος και έχει 3 ζευγάρια τριχών.

Στο ακμαίο πτερωτό η κεφαλή και ο θώρακας είναι μαύρου χρώματος, οι κεραίες σκούρες καστανές ισομεγέθεις με το σώμα, τα σιφώνια είναι υπόμαυρα έως καστανά, ελαφρά διογκωμένα στο μέσον, η cauda είναι σκοτεινή και οι πτέρυγες καλά αναπτυγμένες (Blackman & Eastop 2000).

Πιθανότατα, προέρχεται από την Ασία, καθώς από εκεί προέρχεται ο κύριος ξενιστής του.

2.3.2. Ξενιστές

Είναι εξαιρετικά πολυφάγο έντομο που προσβάλλει πάνω από 400 διαφορετικούς ξενιστές. Από τα καλλιεργούμενα προσβάλλει είδη των Rosaceae, Rutaceae, Solanaceae, Papilionaceae και Cruciferae. Τα χειμερινά αυγά γεννιούνται κυρίως στη ροδακινιά και δευτερευόντως σε άλλα πυρηνόκαρπα (βερικοκιά, δαμασκηνιά, κερασιά, αμυγδαλιά), που αποτελούν τους κύριους ξενιστές. Εκτός από πολλά καρποφόρα δέντρα, η αφίδα αυτή προσβάλλει και πολλά ποώδη καλλιεργούμενα φυτά, όπως καπνό, πατάτα (*Solanum tuberosum*, Solanaceae), τομάτα (*Lycopersicon esculentum*, Solanaceae), μαρούλι (*Lactuca sativa*,

Asteraceae), σιτάρι (*Avena sativa*, Graminae), καρότο (*Daucus carota*, Umbelliferae), κουκιά (*Vicia faba*, Papilionaceae), κ.α. (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

2.3.3. Βιολογία – Ζημιές

Διαχειμάζει ως χειμερινό αυγό στη βάση των οφθαλμών ή λεπτών κλάδων του πρωτεύοντα ξενιστή του. Την άνοιξη (Μάρτιο), εκκολάπτεται το αυγό στη θεμελιωτική μορφή (fundatrices), που πηγαίνει στα εκπυσσόμενα φύλλα και τρέφεται. Γεννά παρθενογενετικά 50-60 άτομα (άπτερα παρθενογενετικά, fundatrigeniae). Μετά από δύο με τρεις γενιές, πτερωτά άτομα (migrantes) μεταναστεύουν σε ποώδη φυτά (δευτερεύοντες ξενιστές), όπου κατά τη διάρκεια της περιόδου βλάστησης των φυτών η μια παρθενογενετική γενεά (alienicolae) διαδέχεται την άλλη. Το φθινόπωρο ή στις αρχές του χειμώνα, παράγονται στους δευτερεύοντες ξενιστές πτερωτά θηλυκά άτομα (θηλυγόνα, sexuparae) που μεταναστεύουν στον πρωτεύοντα ξενιστή. Εκεί τα θηλυγόνα άτομα γεννούν θηλυκά (sexuales) που συζευγνύονται με τα αρσενικά (sexuales) και στη συνέχεια γεννούν τα χειμερινά (διαχειμάζοντα) αυγά. Σε περιοχές με ζεστό χειμώνα ή σε προφυλαγμένες περιοχές, το έντομο αναπαράγεται παρθενογενετικά (αγενώς) όλες τις εποχές του έτους, χωρίς να χρειάζεται να γεννηθούν χειμερινά αυγά (Blackman & Eastop 2000).

Το *M. persicae* είναι ανθεκτικό στο κρύο και μπορεί να αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 5°C και 30°C. Προσβάλλει κατά προτίμηση τις κορυφές τρυφερών βλαστών και τρυφερά φύλλα, που συστρέφονται εξαιτίας της προσβολής. Εκτός από την αξιόλογη άμεση ζημιά στα φυτά, η αφίδα αυτή είναι σημαντικότερος φορέας σοβαρών ιών σε πολλά φυτά και ιδίως σε είδη τη οικογένειας Solanaceae. Επίσης, τα μελιτώδη αποχωρήματα της, όπως και των άλλων αφίδων, ρυπαίνουν το φύλλωμα και τους καρπούς και προκαλούν την ανάπτυξη των μυκήτων της καπνιάς (Blackman & Eastop 2000).

3. Ανθεκτικότητα

Η δραματική αύξηση του προβλήματος της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα τα τελευταία 20 χρόνια οδήγησε τους επιστήμονες, γεωπόνους και τις βιομηχανίες παραγωγής αγροχημικών στο να συνειδητοποιήσουν την αναγκαιότητα της ορθολογικής χρήσης των εντομοκτόνων και να διαφυλάξουν την αποτελεσματικότητα των πολύτιμων χημικών προϊόντων.

Μέχρι το 1990 υπήρχαν πάνω από 500 είδη αρθρόποδων στα οποία αναφέρθηκε ανθεκτικότητα σε τουλάχιστον μια χημική ομάδα. Περίπου το 40% αυτών των ειδών είναι είδη υγειονομικού και κτηνιατρικού ενδιαφέροντος και το υπόλοιπο 60% αφορά σε έντομα των γεωργικών καλλιεργειών. Από τα είδη αρθρόποδων για τα οποία έχει αναφερθεί ανθεκτικότητα το 88% είναι έντομα (κλάση Insecta) και το 12% είναι ακάρεα και αραχνίδια (κλάση Arachnida, τάξη Acarina). Το 92% των ανθεκτικών ειδών εντόμων ανήκουν στις 4 τάξεις εντόμων τις εξής: Coleoptera (σκαθάρια), Diptera (μύγες), Hemiptera (αφίδες, βρωμούσες, και αλευρώδεις) και Lepidoptera (νυχτοπεταλούδες) (Soderlund *et al.* 1990; Denholm & Rowland 1992; Georgiou 1983).

3.1. Ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα

Αν και πρακτικώς όλα τα εντομοκτόνα επηρεάζονται από την ανθεκτικότητα, η εξάπλωσή της ποικίλει έντονα ανάμεσα στα είδη. Για μερικά έντομα η ανθεκτικότητα εκτείνεται σε λίγες συγγενείς ουσίες της ίδιας ομάδας. Μπορεί δε να είναι αδύνατη και περιορισμένη σε μια μικρή γεωγραφική περιοχή. Στο άλλο άκρο, κάποια πολύ δημοφιλή έντομα, όπως η *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera, Yponomeutidae), ο δορυφόρος της πατάτας *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera, Chrysomelidae), η αφίδα της ροδακινιάς *M. persicae*, ο αλευρώδης του βαμβακιού *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae) είναι σε πάρα πολλά ή μάλλον σχεδόν σε όλα τα διαθέσιμα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμησή τους ανθεκτικά (Denholm *et al.* 1998b; Dennehy & Williams 1997; Horowitz 1994).

Αν και επηρεάζονται περισσότερο από την ανθεκτικότητα τα παλαιότερα και πιο διαδεδομένα εντομοκτόνα (οργανοχλωριωμένα) υπάρχει επίσης μια ανησυχητική αύξηση της ανθεκτικότητας και σε ορισμένα νεότερα.

3.2. Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα και πολλαπλή ανθεκτικότητα

Ένα σοβαρό βήμα στην αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας είναι ο προσδιορισμός της διασταυρούμενης ανθεκτικότητας που δίνει ο μηχανισμός που είναι παρών. Ο ορισμός **διασταυρούμενη ανθεκτικότητα** αναφέρεται στην ικανότητα ενός μηχανισμού να δίνει ανθεκτικότητα σε μια σειρά εντομοκτόνων, συνήθως (αλλά όχι πάντα) της ίδιας χημικής ομάδας. Ο προσδιορισμός κατηγοριών διασταυρούμενης ανθεκτικότητας είναι ουσιώδης για τη χρήση εντομοκτόνων κατά τέτοιο τρόπο (π.χ. εναλλαγή), ώστε να αποφεύγεται η συνεχής επιλογή του ίδιου ανθεκτικού μηχανισμού και χρήση εντομοκτόνων τα οποία επηρεάζονται λιγότερο από αυτόν τον μηχανισμό όταν είναι παρών. Ατυχώς η διαδικασία για την αντιμετώπιση ανθεκτικότητας μπορεί να γίνει περίπλοκη από την **πολλαπλή ανθεκτικότητα**, δηλαδή την παρουσία στο έντομο δύο ή περισσότερων μηχανισμών, ο καθένας με συγκεκριμένο τύπο διασταυρούμενης ανθεκτικότητας (Field *et al.* 1997)

3.3. Πως αναπτύσσεται η ανθεκτικότητα

Η ανθεκτικότητα αναπτύσσεται μέσω της επιλογής των γονιδίων ανθεκτικότητας, τα οποία υπάρχουν από τη φύση ανάμεσα στους πληθυσμούς των εντόμων. Προ της χρήσης των συγκεκριμένων εντομοκτόνων, αυτά τα γονίδια απαντώνται σε χαμηλές συχνότητες και κατ' ουσία είναι αδύνατο ν' ανιχνευθούν με τις διαθέσιμες τεχνικές.

Όταν γίνει εφαρμογή με εντομοκτόνο αρχίζουν ν' αυξάνουν σε συχνότητα. Κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων της επιλογής, η ανθεκτικότητα μπορεί να έχει μικρή επίπτωση στο βαθμό αντιμετώπισης των εντόμων, παρά του ότι μπορεί να ανιχνευθεί με λεπτομερείς βιοδοκιμές. Τελικώς, η συχνότητα των γονιδίων ανθεκτικότητας θα φθάσει σε τέτοιο στάδιο, ώστε οι δυσκολίες αντιμετώπισης να είναι φανερές. Το πόσο γρήγορα αυξάνεται η ανθεκτικότητα και το κατά πόσο μπορεί να γίνει ανεκτή εξαρτάται από ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται το είδος της ζημιάς, το μέγεθος της καταστροφής, η ισχύς των μηχανισμών ανθεκτικότητας, η συχνότητα χρήσης των εντομοκτόνων και ένας μεγάλος αριθμός βιολογικών παραγόντων οι οποίοι πρέπει να μελετηθούν. Το κλειδί της επιτυχίας στον έλεγχο της ανθεκτικότητας βρίσκεται στο να αναγνωρισθούν όσο

το δυνατό περισσότεροι παράγοντες προτού η ανθεκτικότητα φθάσει σε επίπεδα οικονομικής καταστροφής (Roush 1989).

3.4. Γιατί υπάρχει ανησυχία ως προς τον έλεγχο της ανθεκτικότητας;

Υπάρχουν δύο βασικοί λόγοι ώστε να επιχειρηθεί να αντιμετωπισθεί η ανθεκτικότητα όσο πιο νωρίς γίνεται:

- Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας εμποδίζει την επιτυχή αντιμετώπιση. Η συνεχής επιλογή των γονιδίων ανθεκτικότητας οδηγεί σε μειωμένη αποτελεσματικότητα του ελέγχου και τελικώς στην εκμηδένιση της αξίας των εντομοκτόνων.
- Το να βρεθούν εντομοκτόνα με νέο τρόπο δράσης γίνεται ολοένα δυσκολότερο διότι είναι πολύ δαπανηρό να δημιουργηθούν και να πάρουν άδεια.

Γι' αυτούς τους λόγους άλλαξε η νοοτροπία περί νέων εντομοκτόνων και ενισχύθηκε η άποψη της ορθολογικής χρήσης των υπαρχόντων, έτσι ώστε να διατηρήσουν την αποτελεσματικότητά τους. Αυτή η προσέγγιση είναι γνωστή ως Insecticide Resistance Management (IRM).

Βασικοί κανόνες για ρεαλιστική και επιτυχή μεταχείριση:

- ◊ Ο ευκολότερος τρόπος αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας είναι η παύση εντελώς της χρήσης εντομοκτόνων, ωστόσο για το εγγύς μέλλον, ο έλεγχος των περισσότερων βασικών εντόμων, θα συνεχίσει να βασίζεται ουσιαστικά στα εντομοκτόνα, παρά του ότι υπάρχει δυνατότητα επιλογής για ανθεκτικότητα.
- ◊ Σε πολλές περιπτώσεις η έλλειψη νέων ουσιών μπορεί να απαιτήσει τη συνεχή χρήση χημικών που ήδη απειλούνται με ανθεκτικότητα. Τότε πρέπει να δοθεί έμφαση στην όσο πιο καθυστερημένη εξάπλωση τέτοιας ανθεκτικότητας καθώς και στην ελαχιστοποίηση επιπτώσεων πάνω στην ποιότητα αντιμετώπισης.

Το πιο σημαντικό απ' όλα είναι ότι όποια μέτρα και αν προταθούν για τη διαχείριση της ανθεκτικότητας, πρέπει να κρατηθούν οι αριθμοί των εχθρών κάτω από τα όρια οικονομικής ζημιάς. Οι στρατηγικές που δεν μπορούν να το επιτύχουν δεν αξίζει να μελετηθούν (Georgiou 1983).

3.5. Τακτικές διευθέτησης ανθεκτικότητας

Βασιζόμενοι σε θεωρητικές εργασίες, έχουν προταθεί πολλές τακτικές ώστε να χρησιμοποιηθούν ως στρατηγικές IRM. Ο παρακάτω διαχωρισμός των τακτικών σε τρεις κατηγορίες οφείλεται στον Georgiou (1986).

- Μετριασμός στο χειρισμό. Σκοπεύει να μειώσει την πίεση επιλογής για ανθεκτικότητα διατηρώντας τα ευαίσθητα έντομα μέσα στον πληθυσμό χρησιμοποιώντας χαμηλότερες εφαρμοζόμενες δόσεις και τις λιγότερο συχνές εφαρμογές, χρησιμοποιώντας σκευάσματα χαμηλής υπολειματικότητας και αφήνοντας μικρές ασέκαστες περιοχές.

Οι χαμηλότερες δόσεις εφαρμογής μπορούν να βοηθήσουν κάτω από πολύ ειδικές συνθήκες χωρίς να θυσιάζουν την αποτελεσματικότητα της αντιμετώπισης σε σημαντικό βαθμό.

- Διευθέτηση με κορεσμό, η μέθοδος αυτή σκοπεύει να αντιμετωπίσει την ανθεκτικότητα χρησιμοποιώντας δόσεις επαρκώς υψηλές, ώστε να σκοτώσουν ακόμη και ανθεκτικά έντομα και χρήση σκευασμάτων για τα οποία ελάχιστα έχει αναφερθεί ανθεκτικότητα. Σε κάποιες περιπτώσεις οι στρατηγικές «υψηλών δόσεων» προτείνονται, αρχικώς ως μέσο για πρόληψη εμφάνισης ανθεκτικότητας, μέσω εξάλειψης των ετεροζύγων-ανθεκτικών ατόμων. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος πολύ πιθανό να είναι εφαρμόσιμη σε περιπτώσεις στις οποίες η έκθεση των εντόμων σε εντομοκτόνα να είναι σχετικά ομοιόμορφη και να μπορεί να ελεγχθεί ακριβώς, π.χ. η εμβάπτιση των βοοειδών σε ακαρεοκτόνο, καπνισμός κατά των εντόμων αποθηκών και η χρήση διαγονιδιακών καλλιέργειών ανθεκτικών σε έντομα.
- Διευθέτηση με πολλαπλή επίθεση, περιλαμβάνει τη χρήση δύο ή περισσότερων μη συγγενών εντομοκτόνων με τρόπο ώστε να μειωθεί η επιλογή ανθεκτικότητας σε οποιοδήποτε από τα χημικά. Τα σκευάσματα μπορεί να εφαρμόζονται ταυτόχρονα ως μείγματα, εναλλασσόμενα στο χρόνο ή να εφαρμόζονται σε πιο σύνθετους συνδυασμούς γνωστούς ως μωσαϊκά.

3.6. Προβλήματα ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα στην Ελλάδα

Η ανθεκτικότητα που έχουν αναπτύξει τα έντομα στα εντομοκτόνα αποτελεί σοβαρό πρόβλημα στην Ελλάδα. Για τα έντομα μεγάλου γεωργικού ενδιαφέροντος λόγω στις ανθεκτικότητας που έχουν αναπτύξει είναι δύσκολη ως ανέφικτη η καταπολέμησή στις. Στο ενδεχόμενο ανθεκτικότητας όλα τα προγράμματα αντιμετώπισης των εχθρών ανατρέπονται και χρειάζονται ειδικές στρατηγικές διευθέτησης στις ανθεκτικότητας. Ο δορυφόρος στις πατάτας έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες εντομοκτόνων και είναι ένας από τους

πιο σοβαρούς εχθρούς στις πατάτας. Οξύτατο πρόβλημα αποτελεί η αντιμετώπιση των αφίδων και ειδικότερα η *Myzus nicotianae* (Hemiptera, Aphididae) στον καπνό, η *M. persicae* σε οπωρώνες ροδακινιάς και η *A. Gossypii* στο βαμβάκι και σε στις καλλιέργειες.

Η ανθεκτικότητα μπορεί να εμφανίζεται τοπικά ή γενικά. Χρειάζεται προσοχή στην εξαγωγή συμπερασμάτων, διότι μπορεί να υπάρχουν ανθεκτικοί πληθυσμοί σε μια περιοχή και όχι σε άλλη. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ των χωρών. Κατά κανόνα η εμφάνιση κάποιας ανθεκτικότητας, σημαίνει κίνδυνο εξάπλωσης και εμφάνισης στις και σε στις περιοχές όπου χρησιμοποιούνται τα ίδια σκευάσματα και κατ' επανάληψη. Είναι δύσκολο να προβλέψουμε στις προσβολές των περισσότερων λεπιδοπτέρων, διότι μεταναστεύουν και κινούνται καλύπτοντας μεγάλες αποστάσεις, οπότε στις καλλιέργειες μπορεί να εγκαθίστανται ήδη ανθεκτικοί πληθυσμοί προερχόμενοι από το Νότο. Χρειάζεται έγκαιρη διάγνωση, γρήγορος προσδιορισμός και άμεση επέμβαση (Ruppel *et al.* 1982).

Παρακάτω αναφέρονται είδη εντόμων με πιθανή ανθεκτικότητα και με ισχυρές ενδείξεις για ανθεκτικότητα και πιστοποιημένη ανθεκτικότητα αντίστοιχα.

Πίνακας 1. Έντομα με πιθανή ανθεκτικότητα (Field *et al.* 1997).

Έντομο	Κοινό όνομα	Τάξη	Οικογένεια
<i>Adoxophyes orana</i>		Lepidoptera	Tortricidae
<i>Archips rosanus</i>		Lepidoptera	Tortricidae
<i>Aspidiotus hederae</i>	Άσπρη στρόγγυλη ψώρα	Homoptera	Diaspididae
<i>Pseudococcus citri</i>	Ψευδόκοκος των εσπεριδοειδών	Homoptera	Pseudococcidae
<i>Sphaerolecanium prunastri</i>		Homoptera	Coccidae
<i>Rhagoletis cerasi</i>	Σκουλήκι του κερασιού	Diptera	Tephritidae
<i>Saissetia oleae</i>	Λεκάνιο της ελιάς	Homoptera	Coccidae

Πίνακας 2. Πίνακας εντόμων με ισχυρές ενδείξεις ανάπτυξης ανθεκτικότητας (Field *et al.* 1997).

Έντομο	Κοινό όνομα	Τάξη	Οικογένεια
<i>Bemisia tabaci</i>	Αλευρώδης	Homoptera	Aleyrodidae
<i>Ceratitis capitata</i>	Μύγα Μεσογείου	Lepidoptera	Tephritidae
<i>Helicoverpa armigera</i>	Πράσινο σκουλήκι	Lepidoptera	Noctuidae
<i>Lithocolletis blancardella</i>	Νάρκη των γιγαρτόκαρπων	Lepidoptera	Gracilariidae
<i>Lobesia botrana</i>	Ευδεμίδα της αμπέλου	Lepidoptera	Tortricidae
<i>Lyonetia clerkella</i>	Φυλλορύκτες της μηλιάς	Lepidoptera	Lyonetiidae
<i>Phthorimaea operculella</i>	Φθοριμαία της πατάτας	Lepidoptera	Gelechiidae
<i>Pieris brassicae</i>	Πιερίδα των λαχάνων	Lepidoptera	Pieridae
<i>Pectinophora gossypiella</i>	Ρόδινο σκουλήκι βαμβακιού	Lepidoptera	Gelechiidae
<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>	Ψώρα του san jose	Homoptera	Diaspididae
<i>Spodoptera exigua</i>	Αγρότιδα	Lepidoptera	Noctuidae
<i>Thrips tabaci</i>	Θρίπας καπνού	Thysanoptera	Thripidae

Πίνακας 3. Έντομα με πιστοποιημένη ανθεκτικότητα (Field *et al.* 1997).

Έντομο	Κοινό όνομα	Τάξη	Οικογένεια
<i>Aphis fabae</i>	Μαύρη αφίδα	Homoptera	Aphididae
<i>Aphis gossypii</i>	Αφίδα βαμβακιού	Homoptera	Aphididae
<i>Frankliniella occidentalis</i>	Θρίπας της Καλλιφόρνια	Thysanoptera	Thripidae
<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Δορυφόρος της πατάτας	Coleoptera	Chrysomelidae
<i>Mamestra brassicae</i>		Lepidoptera	Noctuidae
<i>Myzus persicae</i>	Πράσινη αφίδα ροδακινιάς	Homoptera	Aphididae
<i>Myzus nicotianae</i>	Αφίδα καπνού	Homoptera	Aphididae
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>	Άσπρη ψώρα ροδακινιάς	Homoptera	Diaspididae
<i>Cacopsylla pyri</i>	Ψύλλα αχλαδιάς	Homoptera	Psyllidae
<i>Cacopsylla pyricola</i>	Ψύλλα αχλαδιάς	Homoptera	Psyllidae
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Αλευρώδης θερμοκηπίου	Homoptera	Aleyrodidae
<i>Cydia pomonella</i>	Καρπόκαψα της μηλιάς	Lepidoptera	Tortricidae

3.6.1. *Myzus persicae* s.str

Η *M. persicae* s. str. στην Ελλάδα αποτελεί πολύ σοβαρό εχθρό. Προσβάλλει αρκετές καλλιέργειες και έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε πολλά εντομοκτόνα. Τη δεκαετία του '80 άρχισε η εκτεταμένη χρήση των πυρεθρινών σε πολλές καλλιέργειες με αποτέλεσμα σήμερα το κόστος εξ αιτίας της ανθεκτικότητας να είναι υψηλό, λόγω των περισσότερων εφαρμογών, υψηλών δόσεων φυτοφαρμάκων, αλλαγής χρήσης φυτοφαρμάκων, τα οποία συνήθως είναι πιο ακριβά. Τα πιο διαδεδομένα είναι τα νεονικοτινοειδή με κύριο εκπρόσωπο στην Ελλάδα το imidacloprid.

Η *M. persicae* εκτός από τον κύριο μηχανισμό ανθεκτικότητας, της αυξημένης δράσης της εστεράσης E4/FE4 έχει αναπτύξει και άλλους μηχανισμούς όπως μειωμένη ευαισθησία του ενζύμου ακετυλχολινεστεράση (Ache) και το μηχανισμό Kdr.

3.6.2. *Myzus persicae nicotianae*

Το 1987 αναφέρθηκε ως νέο είδος (Blackman) αλλά πρόσφατα ορίστηκε ως υποείδος.

Η αφίδα του καπνού εξακολουθεί να είναι ανθεκτική σε πολλά εντομοκτόνα. Σε βιοδοκιμές σε εργαστήριο στην Ελλάδα προσδιορίστηκε ανθεκτικότητα σε pirimicarb, methamidophos, triazamate, μέχρι 939, 19, και 20 φορές, αντίστοιχα στο carbosulfan παρατηρείται από 37 μέχρι 178 φορές ανθεκτικότητα.

Στο imidacloprid παρατηρείται από 8 έως 12 φορές ανεκτικότητα επειδή το imidacloprid έχει και μια αντιτροφική δράση στις αφίδες εκτός από τη θνησιμότητα. Πιθανόν ο συνδυασμός αυτών των δύο στην πράξη να δίνει έλεγχο πληθυσμών (Devine *et al.* 1996). Όλα όμως τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχει μια τάση για ανάπτυξη ανθεκτικότητας της αφίδας του καπνού στο imidacloprid και θα πρέπει να αναπτυχθεί μια στρατηγική στην εφαρμογή των προϊόντων αυτών για να διατηρήσουν το μεγάλο πλεονέκτημα που έχουν στον έλεγχο της αφίδας του καπνού. Αν είναι απαραίτητη η εφαρμογή κατά την καλλιεργητική περίοδο πρέπει να περιορίζεται σε μία έως δύο επεμβάσεις.

3.7. Μηχανισμοί ανθεκτικότητας

Οι πιο σημαντικοί μηχανισμοί ανθεκτικότητας αφορούν είτε στην αυξημένη ικανότητα των εντόμων να αποικοδομούν τα εντομοκτόνα, είτε τη δομική μεταβολή των στόχων που δρουν τα εντομοκτόνα μέσα στο έντομο.

Άλλοι πιθανοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν μειωμένη διείσδυση των εντομοκτόνων μέσω της επιδερμίδας των εντόμων και ιδιαιτερότητα συμπεριφοράς που καθιστούν ικανούς τους εχθρούς, ώστε να μειώνουν ή να αποφεύγουν την έκθεση σε τοξίνες.

3.7.1. Αυξημένη αποικοδόμιση εντομοκτόνων

Οι τρεις γνωστοί τύποι αποικοδόμησης εντομοκτόνων που εμπλέκονται στην ανθεκτικότητα είναι οι εξής:

- Αυξημένος οξειδωτικός μεταβολισμός των εντομοκτόνων από το κυττόχρωμα P450 μονοοξυγενάσης. Αυτό μπορεί να προκαλέσει ανθεκτικότητα σε όλες τις σημαντικές ομάδες εντομοκτόνων, εκτός από τα κυκλοδιένια. Ωστόσο, τα περισσότερα στοιχεία γι' αυτό τον μηχανισμό είναι έμμεσα και βασίζονται στην ικανότητα του βουτοξειδίου του πιπερονυλίου (Piperonyl Butoxide) ή συγγενών ουσιών, που είναι γνωστές ως αναχαιτιστές του κυττοχρώματος P450 της μονοοξυγενάσης, να καταστέλλουν την ανθεκτικότητα όταν χρησιμοποιούνται ως συνεργιστές σε βιοδοκιμές.
- Αυξημένη δραστηριότητα του ενζύμου γλουταθειόνης-τρανσφεράση, το οποίο καταλύει την γλουταθειόνη σε μια ποικιλία αντιδρώντων υποστρωμάτων. Ο μηχανισμός αυτός είναι ουσιαστικά σοβαρός για την ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά. Για βιοχημικές αιτίες είναι απίθανο να προκαλεί αντοχή των εντόμων στις πυρεθρίνες.
- Η υδρόλυση ή δέσμευση των εντομοκτόνων από εστεράσες, είναι σπουδαίος παράγοντας στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα οργανοφωσφορικά και πυρεθρίνες. Ανθεκτικότητα που οφείλεται στην αυξημένη δραστηριότητα των εστερασών, μπορεί να προκύψει ή με ποιοτική αλλαγή του ενζύμου, αυξάνοντας την ικανότητα του ενζύμου να δεσμεύει τα εντομοκτόνα, ή ποσοτική αλλαγή στην παραγωγή ενός ενζύμου το οποίο ήδη υπάρχει στα ευαίσθητα άτομα (Field *et al.* 1997)

3.7.2. Μείωση της ευαισθησίας του στόχου δράσης των εντομοκτόνων

Δύο από τους πιο κατανοητούς- αλλαγής στόχου δράσης- μηχανισμούς, είναι αυτοί που προκαλούν ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά στην πρώτη περίπτωση και στις πυρεθρίνες στην άλλη.

- Οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά θανατώνουν τα έντομα με τη δέσμευση του ενζύμου ακετυλοχολινεστεράσης, (acetylcholinesterase –Ache-). Έτσι διακόπτουν τη μεταφορά των νευρικών παλμών στη σύναψη.

Περιπτώσεις Ache με μειωμένη δέσμευση από τα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά έχει παρατηρηθεί σε πολλά είδη εντόμων και τετρανύχων. Βιοχημικός προσδιορισμός μη ευαίσθητης Ache στα εντομοκτόνα, έχει αποκαλύψει ότι τα έντομα μπορεί να φέρουν μια μεταλλαγμένη μορφή του ενζύμου, με χαρακτηριστικά να δίνει και διασταυρούμενη ανθεκτικότητα.

- Ο κύριος τρόπος δράσης των πυρεθρινών είναι στη μεμβράνη του νευρικού άξονος που γίνεται η ανταλλαγή ιόντων Na, πύλες νατρίου (sodium channel). Ο μηχανισμός καθιστά ανθεκτικότητα του στόχου στις πυρεθρίνες με αλλαγή της πρωτεΐνης της διόδου νατρίου στις κυτταρικές μεμβράνες και ονομάζεται knockdown resistance ή Kdr (Field *et al.* 1997).

M. persicae

Η *M. persicae*, έχει αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς να επιβιώνει στην εφαρμογή των εντομοκτόνων. Οι μηχανισμοί της ανθεκτικότητας είτε εμποδίζουν τα εντομοκτόνα να φτάσουν στο στόχο μέσα στο έντομο ή αλλάζουν τη σύνθεση του στόχου. Έτσι ο στόχος δεν είναι πλέον ευαίσθητος στα εντομοκτόνα.

3.7.3. Παρεμπόδιση του εντομοκτόνου να φθάσει στο στόχο

Αφίδες με αυτό το μηχανισμό ανθεκτικότητας παράγουν αυξημένη ποσότητα ενός ενζύμου εστεράσης (E4/FE4) το οποίο διασπά ή δεσμεύει τα μόρια του εντομοκτόνου πριν αυτά φθάσουν στο στόχο, στο νευρικό ιστό του εντόμου. Αυτό το ένζυμο μειώνει την αποτελεσματικότητα πολλών εντομοκτόνων. Η αποτελεσματικότητά του ποικίλει εξαρτώμενη από τη χημική σύνθεση του εντομοκτόνου. Έτσι, η ανθεκτικότητα είναι μεγαλύτερη στα οργανοφωσφορικά από ότι στα καρβαμιδικά ή στις πυρεθρίνες.

Οι αφίδες μπορεί να παράγουν διαφορετική ποσότητα του ενζύμου E4, έτσι μερικές είναι πιο ανθεκτικές από άλλες. Αυτές μπορεί να ταξινομηθούν ως ευαίσθητες (S), μετρίως ανθεκτικές (R1), ανθεκτικές (R2) και πολύ ανθεκτικές (R3) με βάση το επίπεδο της εστεράσης E4 (Devonshire *et al.* 1986).

3.7.4. Αλλαγή του στόχου δράσης

Δύο νέοι τύποι ανθεκτικότητας έχουν ανακαλυφθεί στη *M. persicae* από το έτος 1990, modified acetylcholinesterase (MACE) (Τροποποιημένη ακετυλχολινεστεράση) και knockdown (Kdr) μηχανισμός ανθεκτικότητας. Και στους δύο μηχανισμούς η πρωτεΐνη στόχος, όπου επιδρούν τα εντομοκτόνα, τροποποιείται έτσι οι αφίδες δεν είναι ευαίσθητες στη δράση των εντομοκτόνων.

Οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα επιδρούν στην ακετυλοχολινεστεράση. Αυτό το ένζυμο ρυθμίζει τη μετάδοση του χημικού μηνύματος, δια μέσου της σύναψης των νευρικών κυττάρων. Αυτή η αποδιοργάνωση του νευρικού συστήματος οδηγεί στο θάνατο τα έντομα. Στις αφίδες, που φέρουν το μηχανισμό MACE το ένζυμο τροποποιείται ειδικά και είναι απρόσβλητο από τα διθειοκαρβαμιδικά, pirimicarb και triazamate.

Οι πυρεθρίνες δρουν σε ένα άλλο στόχο του νευρικού συστήματος στο ονομαζόμενο κανάλι Νατρίου πρωτεΐνη, η οποία είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά των σημάτων κατά μήκος του νευράξονα. Τα εντομοκτόνα κρατούν τις διόδους ανοιχτές, έτσι το νευρικό σύστημα γίνεται υπερδιεγερτικό οδηγώντας στο θάνατο τα έντομα. Αφίδες με Kdr έχουν μια τροποποιημένη πρωτεΐνη διόδου Νατρίου, η οποία είναι απρόσβλητη ειδικά και από τις πυρεθρίνες (Devonshire & Moores 1982).

3.8. Ανίχνευση ανθεκτικότητας

3.8.1. Βιοδοκιμές ανίχνευσης ανθεκτικότητας με τη μέθοδο Στιγμαϊάς Εμβάπτισης (Rapid Dip Test) FAO

Έλεγχος δειγμάτων αγρού είναι εύκολο να γίνει με τη μέθοδο της στιγμαϊάς εμβάπτισης (rapid dip test), που συστήνει ο FAO για ενήλικες αφίδες (FAO, 1979). Η μέθοδος είναι γρήγορη και επιτρέπει την εξέταση σημαντικού αριθμού δειγμάτων καθημερινά και δεν απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό. Εμπλέκει στιγμαϊά εμβάπτιση των εντόμων σε διαφορετικές συγκεντρώσεις εντομοκτόνου (συμπεριλαμβανομένου του

μάρτυρα). Τα έντομα που εξετάζονται μετά την εφαρμογή διατηρούνται σε σταθερές συνθήκες (π.χ. 17°C, L16:D8) σε φύλλα (π.χ. πατάτας) σε ειδικά κουτιά εκτροφής και ο έλεγχος της θνησιμότητας γίνεται μετά από 24 ώρες.

Βιοδοκιμές γίνονται και με τοπική εφαρμογή των εντομοκτόνων με τη βοήθεια μικροσυριγγών. Για την εφαρμογή του εντομοκτόνου απαιτείται η ακινητοποίηση των εντόμων. Εξαιρέση αποτελεί η αφίδα η οποία από τη φύση της δε μετακινείται όταν εκτρέφεται. Μετά την εφαρμογή του εντομοκτόνου τα έντομα διατηρούνται σε σταθερές συνθήκες σε φύλλα, σε ειδικά δοχεία. Ο έλεγχος της θνησιμότητας γίνεται με την παρέλευση 24-72 ωρών.

3.8.2. Βιοδοκιμές ανίχνευσης ανθεκτικότητας με μέτρηση της Ενζυματικής Δράσης Ολικής Εστεράσης (Total esterase Activity Test).

Η μέθοδος μέτρησης Ενζυματικής Δράσης Ολικής Εστεράσης χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της συνολικής ποσότητας των ενζύμων που παρουσιάζουν δράση εστεράσης. Η αυξημένη παραγωγή των ενζύμων θεωρείται και ένας μηχανισμός αποικοδόμησης των εντομοκτόνων με υδρόλυση και με δέσμευση. Τα αποτελέσματα της μεθόδου εντάσσουν τα έντομα σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες:

S (Ευαίσθητα): Χαμηλή εστεράση. Άτομα ευπαθή σε εντομοκτόνα.

R1 (Ανθεκτικά): Αυξημένη εστεράση. Ανθεκτικά σε εντομοκτόνα άτομα.

R2 (Μετρίως ανθεκτικά): Αρκετά αυξημένη εστεράση. Αρκετά ανθεκτικά σε εντομοκτόνα άτομα.

R3 (Πολύ ανθεκτικά): Υψηλά αυξημένη εστεράση. Πολύ ανθεκτικά σε εντομοκτόνα άτομα

Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της ανάπτυξης ανθεκτικότητας κλώνων της αφίδας *M. persicae* που προέρχονταν από διαφορετικές περιοχές και διαφορετικά φυτά ξενιστές σε εντομοκτόνα. Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν καλύπτουν την ομάδα των οργανοφωσφορικών (phosphamidon), καρβαμιδικών (pirimicarb), πυρεθροειδή (bifenthrin) και νεονικοτινοειδών (imidacloprid). Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στα νεονικοτινοειδή με αντιπρόσωπο το imidacloprid μιας και έχει το πλεονέκτημα του ελέγχου της αφίδας αυτή τη στιγμή και ενώ είναι γνωστό ότι έχει αναπτύξει ισχυρή ανθεκτικότητα στις ομάδες των OPs και καρβαμιδικών. Οι κλώνοι που χρησιμοποιήθηκαν συλλέχθηκαν από τον κύριο ξενιστή, τη ροδακινιά, από περιοχές της Μελίκης, Κατερίνης, Βελεστίνου και Λεωνίων. Επίσης, κλώνοι συλλέχθηκαν και από την καλλιέργεια του καπνού από τις περιοχές της Κρύας Βρύσης, Μελίκης, Κατερίνης, Καρδίτσας, Αμφίκλειας και Ναυπλίου. Η επιλογή των περιοχών έγινε με τρόπο ώστε να επιτευχθεί εκτίμηση της ανθεκτικότητας της αφίδας σε όλο το γεωγραφικό πλάτος της χώρας. Επιπλέον, επιλέχθηκαν τόσο περιοχές στις οποίες συνυπάρχουν οι δύο ξενιστές όσο και περιοχές στις οποίες καλλιεργείται μόνο ο ένας ώστε να εξεταστεί αν η συνύπαρξη των καλλιεργειών επηρεάζει το βαθμό ανθεκτικότητας ή όχι.

Η μελέτη της ανάπτυξης ανθεκτικότητας μας δίνει τη δυνατότητα να ελέγχουμε σε πιο βαθμό το έντομο έχει αναπτύξει μηχανισμούς ανθεκτικότητας και ανάλογα να μας κατευθύνει όσον αφορά τις τακτικές διευθέτησης που πρέπει να ακολουθηθούν. Άλλωστε, η ανεξέλεγκτη χρήση εντομοκτόνων θα καταστήσει την αντιμετώπιση των εντόμων αδύνατη και η αξία των φαρμάκων θα εκμηδενιστεί.

Β ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αφίδα *M. persicae* είναι ο σημαντικότερος εχθρός της ροδακινιάς και του καπνού αλλά και άλλων ποωδών καλλιεργειών. Η αντιμετώπιση της πρέπει να εμπίπτει στα πλαίσια της σύγχρονης φυτοπροστασίας, δηλαδή στα πλαίσια της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Εχθρών (IPM) για την επίτευξη του προσδοκώμενου αποτελέσματος με σεβασμό στην υγεία του καταναλωτή και την προστασία του περιβάλλοντος. Ωστόσο, η ανάπτυξη και εφαρμογή τέτοιων συστημάτων προϋποθέτει γνώση σε βασικά σημεία της οικολογίας του εντόμου εχθρού καθώς και της στρατηγικής διαχείμασης των πληθυσμών του. Δύο παράγοντες επηρεάζουν κυρίως τη στρατηγική αναπαραγωγής που υιοθετεί η αφίδα, η θερμοκρασία και η σχετική αφθονία του πρωτεύοντα ξενιστή του είδους, της ροδακινιάς (Blackman 1974).

Άλλο σημαντικό στοιχείο των προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης είναι η Διαχείριση της Ανθεκτικότητας σε Εντομοκτόνα (Denholm & Rowland 1992, Denholm & Jespersen 1999), που προϋποθέτει την παρακολούθηση (monitoring) της ανθεκτικότητας στους πληθυσμούς του εχθρού. Στην Ελλάδα υπάρχουν περιορισμένες μελέτες στις οποίες έχει καταγραφεί σημαντική ανθεκτικότητα σε OPs και καρβαμιδικά εντομοκτόνα και λιγότερο σε πυρεθρίνες (Cox *et al.* 2001).

Τρεις μηχανισμοί ανθεκτικότητας έχουν περιγραφεί στο είδος. Ο πρώτος αφορά στην παρεμπόδιση του εντομοκτόνου να φθάσει στο στόχο. Περιγράφηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1970 στο Ηνωμένο Βασίλειο (Devonshire & Sawicki 1979) και παραμένει ο πιο συνηθισμένος μηχανισμός παγκοσμίως. Έχουν αναγνωριστεί δύο γονίδια που κωδικοποιούν δύο μορφές εστερασών τις E4 και FE4 που διασπούν ή δεσμεύουν τα μόρια του εντομοκτόνου (Field *et al.* 1993). Ένας άλλος μηχανισμός αφορά στην αλλαγή του στόχου του εντομοκτόνου ώστε να είναι λιγότερο ευαίσθητος. Δύο τύποι ανθεκτικότητας έχουν ανακαλυφθεί στην αφίδα που εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία. Ο πρώτος ονομάζεται modified acetylcholinesterase (MACE) (Τροποποιημένη ακετυλοχολινεστεράση, AchE) και ο δεύτερος Knockdown (Kdr).

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Πειραματικό Υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 57 κλώνοι της *Myzus persicae* που συλλέχθηκαν από τρία γεωγραφικά διαμερίσματα, από δενδρώδη καλλιέργεια ροδάκινων (επιτραπέζιες ποικιλίες) και καπνό (κατερίνης και Virginia) με στόχο τον έλεγχο ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε οργανοφωσφορικά (phosphamidon, Dimecron), καρβαμιδικά (pirimicarb, Pirimor G), νεονικοτινοειδή (imidacloprid, Confidor 200SL) και πυρεθρίνες (bifenthrin, Talstar). Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκαν άτομα από 37 διαφορετικά χωράφια από τη Β. Ελλάδα (Μελίκη, Κατερίνη, Κρύα Βρύση), 13 από την Κεντρική Ελλάδα (Λεχώνια, Βελεστίνο, Καρδίτσα), τρία από τη Στερεά Ελλάδα (Αμφίκλεια) και τρία από την Πελοπόννησο (Ναύπλιο).

2.2. Μέθοδος δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία έγινε σε χωράφια με ροδακινίες την άνοιξη (τέλη Απριλίου – μέσα Ιουνίου) και με καπνό κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (μέσα Ιουνίου – τέλη Αυγούστου). Από κάθε χωράφι συλλέχθηκαν 25 δείγματα. Το κάθε δείγμα περιείχε φύλλωμα με εγκατεστημένο πληθυσμό από ένα μόνο δένδρο στην περίπτωση των ροδάκινων και 2–3 διπλανών φυτών στην περίπτωση του καπνού τα οποία τοποθετήθηκαν σε ειδικό αεροστεγές σακουλάκι δειγματοληψίας μαζί με απορροφητικό χαρτί. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε φορητό ψυγείου μικρού μεγέθους με παγοκύστες για καλύτερη διατήρηση των δειγμάτων μέχρι τη μετάβαση στο εργαστήριο. Στο εργαστήριο αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 4°C. Εκτροφές πληθυσμών διατηρούνταν σε βιοκλιματικούς θαλάμους με φωτοπερίοδο L16:D8 και θερμοκρασία 17°C αμέσως μετά την άφιξη.

2.3. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα σκεύη στα οποία τοποθετούνταν τα διαλύματα των εντομοκτόνων και ειδικά τροποποιημένα ημισφαιρικά στραγγιστήρια τσαγιού από μουσελίνα ώστε να ελαχιστοποιηθεί κάθε πιθανότητα τραυματισμού των εντόμων. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι για κάθε εντομοκτόνο χρησιμοποιούνταν διαφορετικό ζεύγος στραγγιστηριών, για αποφυγή της παρουσίας υπολειμμάτων που θα σήμαινε διαστρέβλωση των αποτελεσμάτων. Ο

χειρισμός των εντόμων έγινε με λεπτά πινέλα ζωγραφικής No 001. Ποικιλία πατάτας *Solanum tuberosum* (Spunta) και πιπεριάς *Capsicum annuum* var *annuum* χρησιμοποιήθηκε για την εκτροφή των αφίδων μετά από τη βιοδοκιμή και για παρέλευση 24 ωρών. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε πατάτα και πιπεριά για τη διατήρηση των ατόμων είναι ότι αποτελούν καλούς ξενιστές της *M. persicae* και αναπτύσσονται γρήγορα στο θερμοκήπιο, δίνοντας μεγάλη παραγωγή σε φύλλα, ιδιαίτερα η πατάτα. Τα φύλλα τοποθετούνταν σε πλαστικό τριβλίο που αεριζόταν με τη βοήθεια οπής στο καπάκι ενώ ο μίσχος διαβρεχόταν με βρεγμένο κομμάτι βαμβακιού. Στη βάση του τριβλίου υπήρχε δίσκος διηθητικού χαρτιού για απορρόφηση της περίσσειας υγρασίας. Τα τριβλία με τις αφίδες μετά τη βιοδοκιμή τοποθετούνταν σε βιοκλιματικούς θαλάμους με φωτοπερίοδο L16:D8 και θερμοκρασία 17°C.



Σχήμα 9. Βιοκλιματικός θάλαμος.

Τέλος, εφαρμόστηκαν τα παρακάτω εντομοκτόνα με τις εμπορικές ονομασίες τους: imidacloprid (Confidor 200SL) συγκέντρωσης 20,6% β./ό. με συνιστώμενη δόση 30ml/100L νερού, pirimicarb (Pirimor G), phosphamidon (Dimecron) συγκέντρωσης 50% β./ό. με συνιστώμενες δόσεις 50g/100L νερού και 100 ml/100L αντίστοιχα και bifenthrin (Talstar), συγκέντρωσης 10% με συνιστώμενη δόση 20 ml/100L νερού. Για κάθε βιοδοκιμή και κάθε εντομοκτόνο χρησιμοποιήθηκαν αρκετές διαφορετικές συγκεντρώσεις εντομοκτόνου (αραιωμένες με νερό) και μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, η ελάχιστη και μέγιστη συγκέντρωση για το imidacloprid ήταν αντίστοιχα 1/192X

(0,32ppm), 1 ½ (92,7ppm), για το pirimicarb 1/8X (31,25ppm), 4X (1000ppm), phosphamidon 1/8X (62,5ppm), 4X (2000ppm) και bifenthrin 1/16384X (0,0024ppm), 1/32X (1,25ppm). Οι συγκεντρώσεις των βασικών διαλυμάτων υπολογίστηκαν από τις δόσεις που αναγράφονται στην ετικέτα κάθε εμπορικού σκευάσματος.

2.4. Πειραματική διαδικασία

Τα σακουλάκια με τα δείγματα των εντόμων εξέρχονταν από το χώρο αποθήκευσής τους (4°C) το πολύ 3 ώρες πριν από την έναρξη της βιοδοκιμής. Στο διάστημα αυτό συλλέγονταν ομάδες 25-30 αφίδων (άπτερα, θηλυκά) τόσες όσες και οι μεταχειρίσεις.

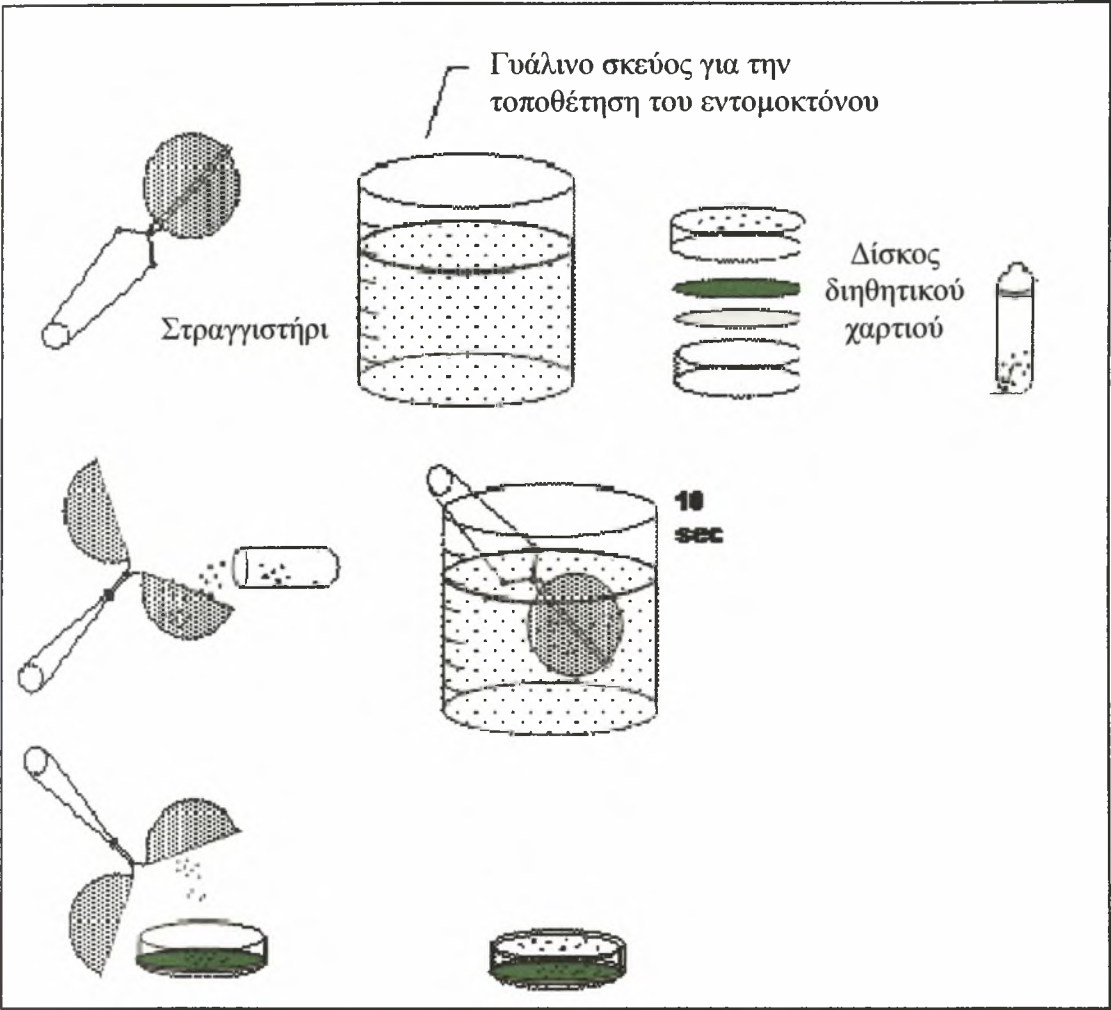


Σχήμα 10. Άπτερο θηλυκό άτομο.

Κάθε ομάδα τοποθετούνταν μέσα στο στραγγιστήρι. Για κάθε ξεχωριστή μεταχείριση τα σουρωτήρια βυθίζονταν στην ανάλογη συγκέντρωση εντομοκτόνου. Η βιοδοκιμή άρχιζε πάντοτε με τη μεταχείριση του μάρτυρα (εμβάπτιση σε πόσιμο νερό) και για κάθε μεταχείριση προχωρούσε από το αραιότερο διάλυμα προς το πυκνότερο, έτσι ώστε η επίδραση της συγκέντρωσης του διαλύματος της προηγούμενης μεταχείρισης να είναι αμελητέα. Κατά τη βύθιση του σουρωτηριού στο υδατικό διάλυμα εξασφαλιζόταν πλήρης κάλυψη των αφίδων. Η διάρκεια της βύθισης ήταν 10 sec. Το σουρωτήρι μετά την έξοδο από το διάλυμα τοποθετούνταν σε απορροφητικό χαρτί για απομάκρυνση των υπολειμμάτων του διαλύματος που θα σήμαινε περαιτέρω έκθεση στο εντομοκτόνο. Οι αφίδες με τη βοήθεια του πινέλου τοποθετούνταν σε πλαστικό τριβλίο που σκεπαζόταν με πλαστικό καπάκι (Σχήμα 11), στο οποίο είχε ανοιχτεί οπή ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής αερισμός. Στη βάση του τριβλίου υπήρχε δίσκος διηθητικού χαρτιού και από επάνω ένα φύλλο στο μίσχο του οποίου τοποθετήθηκε υγρό βαμβάκι για διατήρηση της σπαργής του.

Τα τριβλία με τις αφίδες των βιοδοκιμών διατηρούνταν σε βιοκλιματικό θάλαμο με φωτοπερίοδο L16:D8. Η εκτίμηση της θνησιμότητας γινόταν σε 24 ώρες μετά τη βιοδοκιμή. Τα αποτελέσματα λαμβάνονταν με γυμνό μάτι. Νεκρές θεωρούνταν όλες οι αφίδες που δεν παρουσίαζαν κανένα σύμπτωμα κίνησης όταν ενοχλούνταν με το πινέλο. Ζωντανές θεωρούνταν οι αφίδες που περπατούσαν ή τρέφονταν και αντιδρούσαν σε παρενόχληση με το πινέλο. Επίσης, ζωντανές θεωρήθηκαν και οι ανάποδα γυρισμένες αφίδες όταν εμφάνιζαν έντονη κινητικότητα σε πόδια και κεραίες, η οποία ήταν εμφανής μακροσκοπικά.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των αποτελεσμάτων και υπολογισμός των δόσεων θνησιμότητας για 50% του πληθυσμού (LD_{50}) κάθε βιοδοκιμής μέσω H/Y με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS.



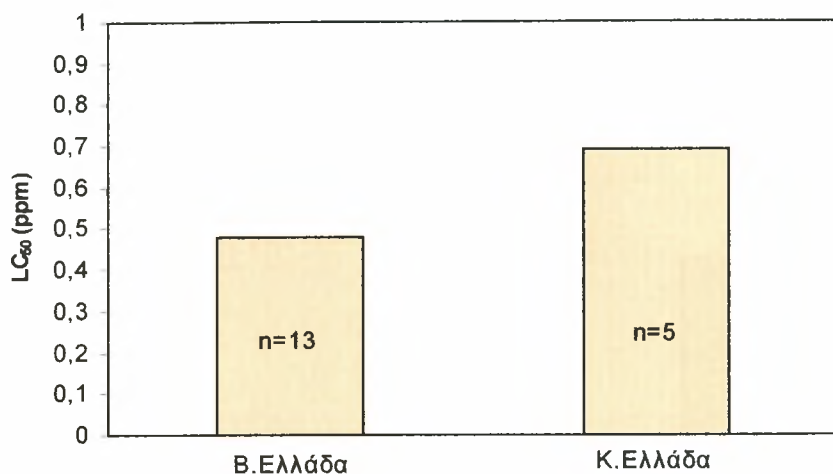
Σχήμα 11. Μέθοδος στιγμιαίας εμβάπτισης για ενήλικες αφίδες.

3. Αποτελέσματα

3.1.Imidacloprid

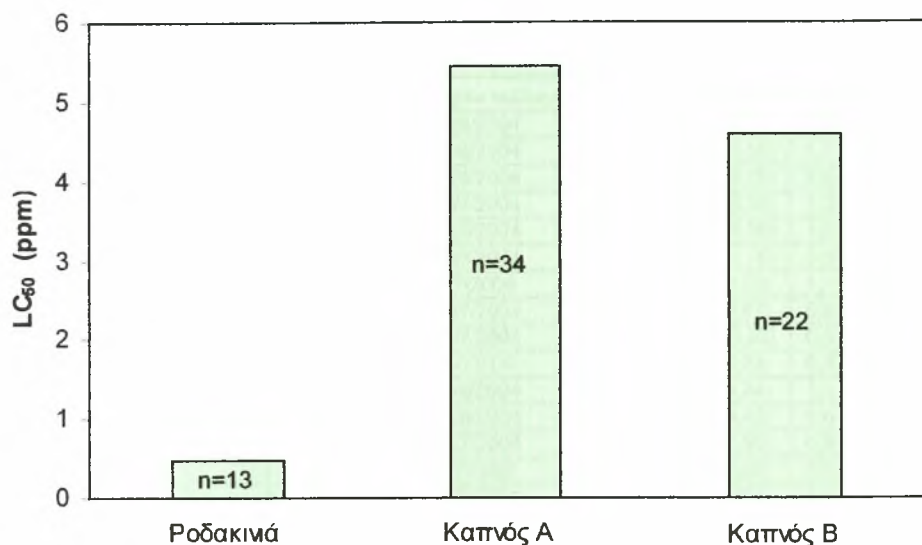
Το Imidacloprid χρησιμοποιήθηκε για ανίχνευση ανθεκτικότητας σε κλώνους που συλλέχθηκαν τόσο από καλλιέργεια ροδακινιάς (18) όσο και από καπνού (56). Στη ροδακινιά η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση (LC_{50}) παρουσίασε διακύμανση από 0,18 ppm που εμφανίστηκε σε κλώνο της Κατερίνης, έως 1,64 ppm σε κλώνο της Μελίκης. Λαμβάνοντας ως ευαίσθητο τον κλώνο με τον μικρότερο LC_{50} , διαπιστώνουμε ότι ο παράγων της ανοχής (RR) κυμαίνεται από 1,03 έως 8,7 (Πίνακας 4). Η διακύμανση των τιμών της μέσης θανατηφόρου συγκέντρωσης στην περίπτωση του καπνού παρουσιάστηκε μεταξύ των ακραίων τιμών 0,23 και 16,13 ppm από κλώνους που συλλέχθηκαν αντίστοιχα από τις περιοχές της Μελίκης και της Κατερίνης. Ο κλώνος που χρησιμοποιήθηκε για ευαίσθητος παρατηρούμε ότι έχει μικρότερο LC_{50} από τον ευαίσθητο US1L ο οποίος συλλέχθηκε από καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων το 1974 στην Αγγλία (Foster *et al.* 2003). Ο παράγων ανοχής (RR) λαμβάνει τιμές 1,4-75,7. Η τιμή των τελευταίων κλώνων είναι εξαιρετικά υψηλή (Πίνακας 5).

Σύγκριση μεταξύ των κλώνων που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς της Β. Ελλάδας (Μελίκη, Κατερίνη) ($n=13$) στις οποίες καλλιεργείται και καπνός με μέσο όρο LC_{50} 0,48 ppm με κλώνους της Κεντρικής Ελλάδας (Βελεστίνο, Λεχώνια) ($n=5$) και μέσο όρο LC_{50} 0,69 ppm (Σχήμα 12) δεν έδειξε να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ($F=0,956$, $P<0,05$). Καπνός δεν καλλιεργείται στις περιοχές της Κ. Ελλάδας από όπου έγινε η δειγματοληψία.



Σχήμα 12. Σύγκριση μέσων όρων LC_{50} σε καλλιέργεια ροδακινιάς μεταξύ των περιοχών της Βόρειας και Κεντρικής Ελλάδας.

Ενδιαφέρουσα κρίθηκε και η σύγκριση μεταξύ των κλώνων που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς (Μελίκη, Κατερίνη) ($n=13$) όπου στην περιοχή καλλιεργείται και καπνός, με κλώνους που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού. Τα δείγματα του καπνού διακρίνονται σε εκείνα που στην ευρύτερη περιοχή καλλιεργούνται ροδακινιές (Μελίκη, Κατερίνη, Κρύα Βρύση) ($n=34$) και εκείνα που δεν καλλιεργούνται ροδακινιές (Καρδίτσα, Αμφίκλεια, Ναύπλιο) ($n=22$). Η στατιστική ανάλυση των μέσων όρων των LC_{50} των κλώνων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά με τους κλώνους του καπνού ($F=10,422$, $P<0,05$). Ωστόσο, δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο κατηγοριών του καπνού που ορίστηκαν παραπάνω (Σχήμα 13).



Καπνός Α: κλώνοι από καλλιέργεια καπνού που στην περιοχή καλλιεργούνται και ροδακινιές,
Καπνός Β: κλώνοι από καλλιέργεια καπνού που στην περιοχή δεν καλλιεργούνται ροδακινιές

Σχήμα 13. Σύγκριση μέσων όρων LC₅₀ μεταξύ πληθυσμών αφίδων που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς όπου στην περιοχή καλλιεργείται και καπνός, με πληθυσμούς αφίδων που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού που στην ίδια περιοχή καλλιεργούνται ή όχι αντίστοιχα ροδακινιές.

Πίνακας 4. Τοξικότητα του εντομοκτόνου imidacloprid σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς από διάφορες περιοχές.

Περιοχή	N ^a	Ημερομηνία συλλογής	LC ₅₀ (ppm) (95% CI ^b)	slope	x ²	P	RR ^c
Μελίκη	178	10/5/2004	1,64 (0,35 - 3,31)	0,5	15,5	0,009*	8,7
Κατερίνη	218	21/5/2004	1,13 (0,41 - 2,19)	1,1	13,0	0,073	6,0
Λεχώνια	120	27/4/2004	1,06 (0,83 - 1,37)	1,3	6,3	0,175	5,6
Μελίκη	194	10/5/2004	0,89 (0,06 - 2,11)	1,2	9,8	0,132	4,7
USIL-Αγγλία	265	1974	0,72 (0,53 - 0,95)	1,7	1,8	0,9	3,3
Βελεστίνο	243	9/5/2004	0,68 (0,05 - 1,91)	1,2	38,0	0*	3,6
Βελεστίνο	223	29/5/2004	0,64 (0,37 - 0,97)	0,4	23,5	0,001*	3,4
Λεχώνια	230	13/5/2004	0,53 (0,03 - 1,12)	1,0	10,6	0,101	2,8
Βελεστίνο	155	6/5/2004	0,52 (0,33 - 0,71)	1,7	1,0	0,907	2,8
Μελίκη	210	10/5/2004	0,35 (0,001 - 1,25)	0,9	14,8	0,038*	1,9
Μελίκη	216	21/5/2004	0,32 (0,007 - 0,90)	1,0	17,2	0,016*	1,7
Μελίκη	242	21/5/2004	0,31 (0,04 - 0,70)	1,0	33,9	0*	1,7
Μελίκη	182	9/6/2004	0,27 (0,12 - 0,44)	0,8	4,5	0,718	1,4
Μελίκη	174	19/5/2004	0,24 (0,007 - 0,76)	0,1	11,5	0,118	1,3
Μελίκη	198	21/5/2004	0,24 (0,0001 - 0,96)	0,7	38,8	0*	1,3
Μελίκη	233	21/5/2004	0,22 (0,07 - 0,39)	1,0	15,8	0,028*	1,2
Μελίκη	236	19/5/2004	0,20 (0,02 - 0,46)	1,0	9,7	0,208	1,1
Μελίκη	24	3/6/2004	0,19 (0,05 - 0,35)	1,4	4,5	224	1,0
Κατερίνη	272	21/5/2004	0,18 (0,004 - 0,48)	1,0	11,0	0,139	1

^a: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, ^b: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, ^c: αναλογία ανεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC₅₀.

Πίνακας 5. Τοξικότητα του εντομοκτόνου imidacloprid σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού από διάφορες περιοχές.

Περιοχή	Χρώμα ^a	N ^b	Ημερομηνία συλλογής	LC ₅₀ (ppm) (95% CI ^b)	slope	x ²	P	RR ^d
Κατερίνη	K	253	16/8/2004	16,13 (9,41 - 31,47)	1,2	12,6	0,125	75,7
Κατερίνη	K	253	16/8/2004	14,91 (7,21 - 40,35)	1,1	20,7	0,008*	70,0
Κατερίνη	K	251	16/8/2004	13,12 (7,47 - 25,19)	1,5	17,9	0,022*	61,6
Μελίκη	Π	238	14/7/2004	13,08 (6,16 - 35,38)	1,2	23,0	0,003*	61,4
Κρύα Βρύση	K	286	22/8/2004	12,65 (6,24 - 28,36)	1,0	22,0	0,009*	59,4
Αμφίκλεια	Π	230	25/8/2004	11,61 (3,91 - 61,78)	0,8	24,9	0,002*	54,5
Κατερίνη	Π	257	8/7/2004	9,11 (4,14 - 23,72)	1,1	25,3	0,001*	42,8
Μελίκη	K	268	14/7/2004	8,91 (4,25 - 18,97)	0,9	17,9	0,036*	41,8
Καρδίτσα	K	234	21/7/2004	8,612 (3,84 - 23,53)	0,5	11,5	0,176	40,4
Κατερίνη	Π	241	2/7/2004	8,60 (2,78 - 45,28)	0,8	25,3	0,001*	40,4
Αμφίκλεια	K	240	25/8/2004	8,02 (4,38 - 15,24)	1,1	13,6	0,092	37,6
Καρδίτσα	K	252	10/8/2004	7,74 (4,08 - 15,49)	1,6	25,2	0,001*	36,4
Καρδίτσα	K	249	21/7/2004	6,78 (4,13 - 11,55)	0,8	6,2	0,623	31,8
Κατερίνη	K	245	2/7/2004	6,75 (2,56 - 22,09)	0,9	25,5	0,001*	31,7
Καρδίτσα	K	244	10/8/2004	6,42(4,24 - 9,86)	1,0	9,1	0,332	30,2
Μελίκη	K	232	17/6/2004	6,41 (0,89 - 2977,81)	0,7	31,5	0*	30,1
Μελίκη	K	261	29/7/2004	5,87 (2,86 - 12,48)	1,1	20,6	0,008*	27,6
Καρδίτσα	K	256	10/8/2004	5,23 (3,80 - 7,23)	1,4	10,6	0,227	24,6
Κρύα Βρύση	Π	258	22/8/2004	5,11 (2,15 - 12,89)	1,0	24,0	0,002*	24,0
Ναύπλιο	K	244	6/7/2004	5,03 (3,14 - 8,01)	0,9	9,9	0,27	23,6
Μελίκη	Π	202	17/6/2004	5,005 (2,62 - 10,73)	1,1	11,5	0,12	23,5
Κρύα Βρύση	Π	268	22/8/2004	4,92 (3,34 - 7,12)	1,1	4,8	0,853	23,1
Κρύα Βρύση	K	259	22/8/2004	4,90 (2,52 - 9,50)	1,0	15,3	0,054	23,0
Μελίκη	Π	245	14/7/2004	4,66 (2,05 - 9,25)	0,9	15,7	0,074	21,9
Καρδίτσα	K	263	4/8/2004	4,46 (3,15 - 6,31)	1,2	10,8	0,211	21,0
Μελίκη	K	250	14/7/2004	4,26 (2,37 - 7,70)	1,2	13,8	0,086	20,0
Μελίκη	Π	262	29/7/2004	4,25 (2,83 - 6,36)	1,0	11,3	0,185	20,0
Μελίκη	K	180	23/6/2004	4,22 (1,16 - 54,60)	1,0	21,5	0,002*	19,8
Αμφίκλεια	Π	218	25/8/2004	4,17 (2,53 - 6,80)	0,9	6,9	0,435	19,6
Αμφίκλεια	K	239	25/8/2004	4,08 (1,66 - 9,34)	1,1	21,7	0,006*	19,2
Καρδίτσα	K	248	21/7/2004	4,04 (0,94 - 13,89)	0,8	30,1	0*	19,0
Καρδίτσα	Π	255	10/8/2004	3,87 (2,49 - 5,89)	1,0	4,6	0,8	18,2
Κατερίνη	K	254	2/7/2004	3,63 (1,16 - 9,88)	0,9	24,2	0,002*	17,0
Μελίκη	Π	249	29/7/2004	3,60 (0,45 - 16,66)	0,8	35,9	0*	16,9
Κατερίνη	K	268	8/7/2004	3,42 (0,36 - 18,86)	0,8	45,2	0*	16,0
Μελίκη	Π	118	14/7/2004	3,34 (1,75 - 5,91)	1,1	1,1	0,393	15,7
Καρδίτσα	Π	249	10/8/2004	3,05 (1,45 - 5,88)	1,2	18,2	0,02*	14,3
Ναύπλιο	K	243	30/8/2004	2,98 (1,66 - 4,91)	0,8	6,7	0,573	14,0
Καρδίτσα	K	243	10/8/2004	2,96 (1,57 - 5,24)	1,1	4,8	0,777	13,9
Κατερίνη	Π	251	2/7/2004	2,90 (1,69 - 4,69)	0,8	6,3	0,615	13,6
Μελίκη	Π	247	14/7/2004	2,62 (1,11 - 5,20)	0,8	12,2	0,141	12,3
Καρδίτσα	Π	243	10/8/2004	2,44 (1,58 - 3,61)	1,1	4,8	0,777	11,5
Μελίκη	K	250	14/7/2004	2,36 (1,56 - 3,45)	1,1	6,2	0,627	11,1
Αμφίκλεια	K	250	25/8/2004	2,31 (1,22 - 4,04)	1,2	14,0	0,082	10,9
Ναύπλιο	K	261	6/7/2004	2,19 (0,005 - 12,70)	0,5	26,9	0,001*	10,3
Μελίκη	K	249	29/7/2004	2,03 (0,58 - 4,74)	0,9	19,2	0,014*	9,5
Ναύπλιο	K	242	30/8/2004	2,01 (0,81 - 4,03)	0,9	14,1	0,079	9,4
Κατερίνη	Π	232	2/7/2004	1,77 (0,59 - 3,87)	1,2	24,2	0,002*	8,3
Μελίκη	K	252	29/7/2004	1,71 (1,02 - 2,62)	1,0	5,6	0,691	8,1
Καρδίτσα	K	260	4/8/2004	1,69 (0,98 - 2,64)	0,9	9,7	0,287	8,0
Κρύα Βρύση	K	261	22/8/2004	1,68 (0,04 - 6,64)	0,7	34,2	0*	7,9
Καρδίτσα	Π	251	4/8/2004	1,50 (0,85 - 2,35)	0,9	3,4	0,906	7,1
Μελίκη	K	279	14/7/2004	1,25 (0,04 - 4,44)	0,7	36,4	0*	5,9
Κατερίνη	K	227	2/7/2004	1,17 (0,58 - 2,047)	1,2	12,2	0,144	5,5
USIL-Αγγλία	Π-Ζαχαρότευτλο	265	1974	0,72 (0,53 - 0,95)	1,7	1,8	0,9	3,3
Μελίκη	K	201	23/6/2004	0,30 (0,004 - 0,75)	1,3	17,2	0,009*	1,4
Μελίκη	Π	231	23/6/2004	0,21 (0,01 - 0,46)	1,4	11,6	0,113	1

^a: χρώμα σώματος K=Κόκκινη μορφή Π=Πράσινη μορφή, ^b: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, ^c: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, ^d: αναλογία ανεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC₅₀.

3.2. Phosphamidon

Μελέτες ανίχνευσης ανθεκτικότητας στην αφίδα *M. persicae* στο phosphamidon εδώ και αρκετά χρόνια έχουν δείξει ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε σημαντικό βαθμό καθιστώντας το εντομοκτόνο μη δραστικό. Στην παρούσα εργασία ελέγχθηκε ο βαθμός ανθεκτικότητας στο εντομοκτόνο και πραγματοποιήθηκε εφαρμογή του σε 12 κλώνους που συλλέχθηκαν από καπνό και 11 από ροδακινιά. Καπνός

Σύγκριση των κλώνων ανά δύο με τη βοήθεια του t-test έδειξε την παρουσία στατιστικώς σημαντικών διαφορών ενός κλώνου της Κατερίνης με τους περισσότερους από τους υπόλοιπους. Το LC₅₀ κυμαίνεται από 86,87 έως 3088,06 ppm (Πίνακας 6). Όσον αφορά τον παράγοντα ανθεκτικότητας αυτός κυμαίνεται από 4,7 έως 35,5 αποτελώντας μια ένδειξη της κατάστασης, αφού ο κλώνος με το χαμηλότερο LC₅₀ με τον οποίο έγινε η σύγκριση δεν ξέρουμε αν είναι ευαίσθητος. Ωστόσο, παρατηρούμε ότι με εξαίρεση δύο κλώνους, οι υπόλοιποι παρουσιάζουν LC₅₀ μεγαλύτερο από τη συνιστώμενη δόση (500 ppm) μέχρι και έξι φορές.

Πίνακας 6. Τοξικότητα του εντομοκτόνου phosphamidon σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού από διάφορες περιοχές.

Περιοχή	Χρώμα ^α	N ^b	Ημερομηνία συλλογής	LC ₅₀ (ppm) (95% CI ^b)		slope	χ ²	P	RR ^d
Καρδίτσα	K	168	4/8/2004	3088,06 (1424,36 - 21804,16)	A	0,920	3,448	0,486	35,545
Μελίκη	Π	149	29/7/2004	1599,11 (830,67 - 7261,93)	AB	0,867	0,824	0,935	18,406
Καρδίτσα	K	154	10/8/2004	1493,84 (1034,28 - 2753,79)	AB	1,798	4,02	0,403	17,195
Κατερίνη	Π	184	2/7/2004	1322,95 (624,14 - 5515,88)	AB	0,575	4,423	0,49	15,228
Μελίκη	Π	148	14/7/2004	1235,53 (653,64 - 5205,64)	AB	0,842	2,984	0,561	14,221
Ναύπλιο	K	150	6/7/2004	1121,41 (690,15 - 2589,88)	AB	1,144	3,847	0,427	12,908
Κρύα Βρύση	K	141	22/8/2004	1099,08 (652,70 - 2757,09)	AB	1,087	6,074	0,194	12,651
Ναύπλιο	K	134	6/7/2004	966,19 (492,50 - 4306,36)	AB	0,771	3,569	0,467	11,121
Κρύα Βρύση	K	155	22/8/2004	656,01 (444,73 - 1092,23)	AB	1,287	0,366	0,985	7,551
Μελίκη	Π	141	29/7/2004	636,10 (426,16 - 1069,70)	AB	1,305	1,217	0,875	7,322
Κατερίνη	K	157	8/7/2004	410,79 (160,66 - 1350,45)	B	0,590	1,155	0,885	4,728
Κατερίνη	Π	155	2/7/2004	86,87 (0,23 - 262,57)		0,453	7,949	0,159	1

^a:χρώμα σώματος K=Κόκκινη μορφή Π=Πράσινη μορφή, ^b: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, ^c: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, ^d: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC₅₀.

Ροδακινιά

Σύγκριση των κλώνων έδειξε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικής διαφοράς κλώνου της Μελίκης με το σύνολο των κλώνων. Η διακύμανση των τιμών του LC₅₀ είναι 125,52 έως 1502,05 ppm ενώ ο παράγοντας ανθεκτικότητας (RR) παίρνει τιμές

2,85-11,96 (Πίνακας 7). Σύγκριση με τη συνιστώμενη δόση (500 ppm) έδειξε ότι το LC₅₀ παίρνει τιμή μέχρι και τρεις φορές μεγαλύτερη.

Πίνακας 7. Τοξικότητα του εντομοκτόνου phosphamidon σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς από διάφορες περιοχές.

Περιοχή	N ^a	Ημερομηνία συλλογής	LC ₅₀ (ppm) (95% CI ^b)		slope	x ²	P	RR ^c
Μελίκη	156	3/6/2004	1502,05 (625,44 - 37961,83)	A	0,578	4,783	0,31	11,962
Βελεστίνο	149	9/5/2004	670,62 (426,15 - 1279,45)	AB	1,098	4,941	0,293	5,341
Μελίκη	130	10/5/2004	639,04 (390,27 - 1695,68)	AB	1,168	0,906	0,824	5,089
Λεχώνια	143	13/5/2004	587,66 (362,23 - 1500,23)	AB	1,080	1,652	0,648	4,680
Μελίκη	121	21/5/2004	559,41 (287,15 - 1662,21)	AB	0,818	1,995	0,737	4,455
Μελίκη	143	3/6/2004	518,64 (233,60 - 1821,04)	AB	0,653	3,605	0,462	4,130
Μελίκη	146	21/5/2004	466,49 (277,26 - 881,55)	AB	0,971	1,576	0,813	3,715
Μελίκη	127	21/5/2004	411,36 (251,791 - 693,08)	AB	1,158	4,769	0,312	3,276
Βελεστίνο	146	6/5/2004	380,06 (249,42 - 602,40)	AB	0,310	18,522	0,001	3,027
Μελίκη	131	10/5/2004	358,25 (164,62 - 804,005)	AB	0,783	2,055	0,726	2,853
Μελίκη	141	9/6/2004	125,57 (48,34 - 211,13)	B	1,005	4,205	0,379	1

^a: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, ^b: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, ^c: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC₅₀.

3.3. Pirimicarb

Η διεξαγωγή πειραμάτων ανίχνευσης ανθεκτικότητας έχουν αποδείξει την ανάπτυξη μηχανισμών άμυνας του εντόμου στην ομάδα αυτή σκευασμάτων. Η παρούσα εργασία επιβεβαίωσε τη μη δραστηριότητα του εντομοκτόνου.

Καπνός

Ζεύγη κλώνων συγκρινόμενα με τη βοήθεια του t-test έδειξαν την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των περισσότερων από τους κλώνους (Πίνακας 8). Όσον αφορά την τοξικότητα του εντομοκτόνου, η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση παρουσιάζει διακύμανση 53,16-1541,93 ppm. Στην περίπτωση του pirimicarb γίνεται λόγος για ανθεκτικότητα που σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης φθάνει τις 29 φορές ως προς τον πιο ευαίσθητο που ορίστηκε όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις εκείνος με το μικρότερο LC₅₀. Σύμφωνα όμως και με προηγούμενη αναφορά ο συγκεκριμένος κλώνος δεν είναι απαραίτητα ευαίσθητος. Η τιμή του LC₅₀ είναι μέχρι και έξι φορές υψηλότερη της συνιστώμενης από τον κατασκευαστή δόση (250 ppm).

Πίνακας 8. Τοξικότητα του εντομοκτόνου pirimicarb σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού από διάφορες περιοχές.

Περιοχή	Χρώμα ^α	N ^β	Ημερομηνία συλλογής	LC ₅₀ (ppm) (95% CI ^γ)		slope	x ²	P	RR ^δ
Κατερίνη	K	146	16/8/2004	1541,93 (1227,19 - 2113,55)	A	0,080	11,578	0,021	29,001
Κατερίνη	K	140	16/8/2004	1335,38 (924,24 - 3283,39)	AB	0,110	12,227	0,016	25,116
Μελίκη	Π	151	14/7/2004	1278,36 (509,33 - 47055,20)	AB	0,661	3,823	0,43	24,043
Καρδίτσα	K	168	21/7/2004	1153,27 (600,53 - 5856,97)	ABC	1,853	11,404	0,044	21,691
Μελίκη	Π	149	14/7/2004	1007,39 (558,19 - 3685,23)	ABC	1,111	3,725	0,444	18,947
Κρύα Βρύση	K	142	22/8/2004	986,90 (470,95 - 7635,89)	ABC	0,855	5,473	0,242	18,562
Καρδίτσα	K	142	21/7/2004	872,44 (703,53 - 1186,28)	ABC	0,497	40,678	0	16,409
Κρύα Βρύση	K	155	22/8/2004	745,99 (352,52 - 5745,97)	ABCD	0,716	2,86	0,581	14,031
Μελίκη	Π	158	14/7/2004	667,70 (471,01 - 1244,70)	ABCDE	0,492	17,18	0,002	12,558
Καρδίτσα	K	149	4/8/2004	576,48 (295,008 - 2744,35)	ABCDEF	0,761	1,363	0,851	10,842
Μελίκη	K	156	14/7/2004	536,85 (288,42 - 2414,76)	ABCDEF	0,014	4,575	0,334	10,097
Κατερίνη	K	148	8/7/2004	499,46 (306,23 - 962,55)	ABCDEFG	0,610	3,553	0,47	9,394
Κρύα Βρύση	Π	147	22/8/2004	459,001 (256,50 - 1417,33)	ABCDEFG	0,874	4,335	0,363	8,633
Ναύπλιο	K	148	6/7/2004	307,15 (148,62 - 1239,18)	BCDEFGH	0,664	0,842	0,933	5,777
Κατερίνη	K	144	2/7/2004	229,20 (107,22 - 625,64)	CDEFGH	0,699	1,135	1,135	4,311
Μελίκη	K	147	14/7/2004	216,77 (101,99 - 563,57)	CDEFGH	0,706	0,799	0,939	4,077
Καρδίτσα	K	158	4/8/2004	201,41 (111,56 - 393,12)	CDEFGH	0,850	0,817	0,936	3,788
Καρδίτσα	K	147	10/8/2004	173,64 (126,09 - 239,60)	CDEFGH	1,756	5,084	0,279	3,266
Κατερίνη	Π	152	8/7/2004	173,23 (96,31 - 305,96)	DEFGH	0,925	2,695	0,61	3,258
Ναύπλιο	K	118	6/7/2004	137,67 (75,57 - 220,13)	EFGH	1,210	2,365	0,5	2,589
Κατερίνη	Π	122	2/7/2004	132,29 (96,81 - 177,44)	CDEFGH	2,367	0,713	0,87	2,488
Καρδίτσα	Π	125	10/8/2004	117,12 (21,98 - 311,90)	GH	0,587	4,609	0,33	2,203
Κατερίνη	K	123	2/7/2004	115,47 (75,32 - 166,59)	FGH	1,641	4,752	0,191	2,172
Κατερίνη	K	124	2/7/2004	78,006 (31,59 - 154,16)	H	2,832	5,713	0,126	1,467
Μελίκη	K	121	29/7/2004	65,23 (35,74 - 99,57)	H	1,416	3,962	0,266	1,227
Κατερίνη	Π	126	2/7/2004	63,11 (27,05 - 106,29)	H	1,117	1,659	0,646	1,187
Κατερίνη	Π	115	2/7/2004	53,16 (28,64 - 80,87)	H	1,655	4,342	0,227	1

^α: χρώμα σώματος K=Κόκκινη μορφή Π=Πράσινη μορφή, ^β: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, ^γ: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, ^δ: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC₅₀.

Ροδακινιά

Όπως και στην περίπτωση της καλλιέργειας του καπνού, έτσι και στην καλλιέργεια της ροδακινιάς η στατιστική ανάλυση έδειξε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των περισσότερων κλώνων όπως φαίνεται στον Πίνακα 9. Στον ίδιο πίνακα περιγράφεται και η τοξικότητα του εντομοκτόνου που προσδιορίζεται από τις ακραίες τιμές του LC₅₀ που είναι 41,09-1554,91 ppm όπου εμφανίζονται και οι δύο τιμές σε κλώνους που συλλέχθηκαν από την περιοχή της Μελίκης, τιμές πολλαπλάσιες της συνιστώμενης από τον κατασκευαστή (250 ppm) έως και έξι φορές. Σχετικά με τον παράγοντα ανθεκτικότητας, αυτός αγγίζει την τιμή 37,8.

Πίνακας 9. Τοξικότητα του εντομοκτόνου pirimicarb σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς από διάφορες περιοχές.

Περιοχή	N ^a	Ημερομηνία συλλογής	LC ₅₀ (ppm) (95% CI ^b)		slope	x ²	P	RR ^c
Μελίκη	156	3/6/2004	1554,91 (471,36 - 4644797,86)	A	0,501	6,318	0,177	37,840
Βελεστίνο	141	9/5/2004	780,25 (496,06 - 1745,67)	AB	0,717	11,636	0,02*	18,988
Μελίκη	126	10/5/2004	378,67 (250,34 - 798,47)	ABC	1,544	5,001	0,172	9,215
Μελίκη	117	21/5/2004	301,25 (139,73 - 10294,68)	ABCD	0,698	2,182	0,536	7,331
Μελίκη	140	10/5/2004	300,48 (220,75 - 437,61)	ABCD	1,830	6,153	0,188	7,313
Μελίκη	128	19/5/2004	197,72 (144,47 - 273,13)	BCD	1,929	2,408	0,661	4,812
Μελίκη	121	21/5/2004	193,58 (117,86 - 420,43)	BCD	1,094	1,323	0,724	4,711
Μελίκη	122	21/5/2004	193,19 (117,04 - 314,34)	BCD	1,211	4,763	0,313	4,702
Μελίκη	99	19/5/2004	146,44 (84,15 - 279,89)	BCD	1,185	0,059	0,996	3,564
Λεχώνια	114	27/4/2004	124,99 (26,17 - 380,54)	BCD	1,814	5,987	0,112	3,042
Μελίκη	150	3/6/2004	110,30 (41,37 - 211,09)	CD	0,750	3,685	0,45	2,684
Κατερίνη	116	21/5/2004	93,22 (66,004 - 127,89)	BCD	1,910	1,067	0,785	2,269
Βελεστίνο	125	29/5/2004	93,12 (66,77 - 124,91)	BCD	1,975	3,661	0,301	2,266
Μελίκη	143	3/6/2004	87,96 (58,72 - 122,52)	CD	1,674	6,021	0,198	2,141
Μελίκη	137	21/5/2004	41,09 (15,21 - 69,17)	D	1,248	2,893	0,576	1

^a: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, ^b: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, ^c: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC₅₀.

3.4. Bifenthrin

Η εφαρμογή t-test σε πληθυσμούς της αφίδας *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού και υποβλήθηκαν σε dip test με χρήση σκευάσματος bifenthrin παρουσίασε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των περισσότερων κλώνων. Τα στοιχεία λεπτομερώς αναφέρονται στον Πίνακα 10 που παρατίθεται παρακάτω. Η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση κυμαίνεται από 0,55 έως 44,65 ppb. Στην περίπτωση της ροδακινιάς το LC₅₀ παρουσιάζει εύρος από 4,9 ppb σε κλώνο της Μελίκης έως 17,15 ppb σε κλώνο του Βελεστίνου τιμές που συγκρινόμενες μεταξύ τους δεν διαφέρουν στατιστικώς (Πίνακας 11). Ο παράγων ανοχής (RR) στην περίπτωση αυτή παίρνει την τιμή 3,5 απορρίπτοντας το ενδεχόμενο ανθεκτικότητας.

Τόσο στην καλλιέργεια του καπνού όσο και στη ροδακινιά παρατηρούμε ότι οι τιμές που παίρνει το LC₅₀ είναι εξαιρετικά χαμηλές εξαιτίας της περιορισμένης χρήσης πυρεθρινών. Τα τελευταία όμως χρόνια σημειώνεται αύξηση των εφαρμογών πυρεθρίνης, γεγονός που προκαλεί το ενδιαφέρον για παρακολούθηση ανάπτυξης μηχανισμών ανθεκτικότητας.

Πίνακας 10. Τοξικότητα του εντομοκτόνου bifenthrin σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού.

Περιοχή	Χρώμα ^a	N ^b	Ημερομηνία συλλογής	LC ₅₀ (ppb) (95% CI ^b)		slope	x ²	P	RR ^d
Κατερίνη	K	231	21/7/2004	44,65 (27,15 - 81,36)	A	0,81	4,424	0,73	80,312
Καρδίτσα	K	236	4/8/2004	19,06 (9,57 - 38,05)	B	1,07	12,967	0,073	34,290
Καρδίτσα	K	217	21/7/2004	7,31 (4,22 - 11,47)	BC	0,97	1,449	0,984	13,161
Μελίκη	Π	245	14/7/2004	4,70 (1,34 - 10,11)	CD	1,00	17,428	0,026	8,456
Ναύπλιο	K	235	6/7/2004	4,41 (0,93 - 9,05)	CD	1,22	14,089	0,05	7,933
Μελίκη	Π	253	29/7/2004	4,002 (0,34 - 11,63)	CD	0,69	19,604	0,012	7,198
Μελίκη	K	234	14/7/2004	4,02 (1,14 - 8,30)	CD	1,09	14,699	0,04	7,236
Μελίκη	K	202	29/7/2004	3,60 (0,48 - 7,47)	BCD	1,55	15,12	0,019	6,488
Κατερίνη	Π	158	2/7/2004	2,29 (0,04 - 5,97)	ABCDE	2,55	23,526	0	4,126
Μελίκη	Π	183	14/7/2004	2,26 (0,45 - 5,30)	DEF	0,66	8,174	0,226	4,075
Ναύπλιο	K	255	6/7/2004	2,02 (1,18 - 2,91)	CDEF	1,64	1,938	0,983	3,637
Κατερίνη	K	229	8/7/2004	1,002 (0,35 - 1,77)	F	1,22	4,204	0,756	1,804
Κατερίνη	Π	187	2/7/2004	0,78 (0,13 - 1,82)	EF	0,84	6,944	0,326	1,417
Μελίκη	K	220	14/7/2004	0,55 (0,07 - 1,39)	F	0,84	5,803	0,563	1

^a: χρώμα σώματος K=Κόκκινη μορφή Π=Πράσινη, ^b: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή,

^c: όρια εμπιστοσύνης για 95%, ^d: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC₅₀.

Πίνακας 11. Τοξικότητα του εντομοκτόνου bifenthrin σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς.

Περιοχή	N ^a	Ημερομηνία συλλογής	LC ₅₀ (ppb) (95% CI ^b)		slope	x ²	P	RR ^c
Βελεστίνο	151	29/5/2004	17,15 (10,67 - 27,75)	A	2,387	9,079	0,106	3,499
Λεχώνια	123	27/4/2004	13,56 (11,02 - 16,50)	A	3,804	1,944	0,584	2,767
Μελίκη	149	9/6/2004	4,94 (3,69 - 6,46)	A	2,125	0,794	0,939	1,008
Μελίκη	113	3/6/2004	4,90 (3,58 - 6,32)	A	2,764	2,388	0,496	1

^a: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, ^b: όρια εμπιστοσύνης για 95%, ^c: αναλογία

ανεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC₅₀.

4. Συζήτηση

Η αφίδα *M. persicae* είναι έντομο που παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα σε ποικίλα περιβάλλοντα και έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε διάφορα εντομοκτόνα. Πρόσφατα στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί υψηλά ποσοστά εμφάνισης κυρίως των μηχανισμών E4/FE4 και MACE που καλύπτουν τις ομάδες των οργανοφωσφορικών και καρβαμιδικών. Γενικά ο συνδυασμός E4/FE4 και MACE, δηλαδή αφίδες με αυξημένη παραγωγή εστερασών και μη ευαίσθητη ακετυλοχολινεστεράση βρέθηκε σε υψηλά ποσοστά στην Κεντρική Μακεδονία, όπου καλλιεργείται εκτεταμένα η ροδακινιά, τόσο σε πληθυσμούς από τη ροδακινιά όσο και από άλλους ξενιστές. Επίσης, σε υψηλά ποσοστά βρέθηκε στην Κεντρική Ελλάδα και σε μικρότερο βαθμό στη Νότια Ελλάδα. Η Cox και οι συνεργάτες της το 2001 εφαρμόζοντας τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής σε κλώνους που συνέλεξαν από περιοχές της Ελλάδας από καλλιέργεια ροδακινιάς και καπνού τα έτη 1998-2000 εντόπισαν την παρουσία υψηλών ποσοστών εμφάνισης του μηχανισμού MACE. Πιο συγκεκριμένα, δείγματα που έλαβαν από ροδακινιές το 1998 από τη Βόρεια Ελλάδα παρουσίασαν την ύπαρξη του μηχανισμού MACE σε ποσοστό 96% ενώ το 97% παρουσίαζε R2 ή R3 ανθεκτικότητα. Το 1999, το 97% του πληθυσμού εμφάνιζε ανάπτυξη του μηχανισμού MACE και το 93% R2 ή R3 ανθεκτικότητα. Τέλος, το 2000 επιβεβαιώθηκε για ακόμη μία φορά η επικράτηση του μηχανισμού αφού παρουσιάστηκε σε ποσοστό 94%. Συγχρόνως, περισσότερο από το 99% των δειγμάτων παρουσίασε R2 ή R3 ανθεκτικότητα. Όσον αφορά την Κεντρική Ελλάδα, το έτος 1998 σε δείγματα που το 89% προήλθε από ροδακινιές, εμφάνιζε επίσης υψηλά επίπεδα R2 ή R3 ανθεκτικότητα ενώ ο μηχανισμός MACE παρουσιάστηκε σε ποσοστό 64%. Τα επόμενα δύο έτη, μοναδικός ξενιστής του πληθυσμού ήταν ο καπνός με R2 ή R3 κατά 64-79% και το MACE 50-67%.

Σε ανάλογο πείραμα οι Mazzoni & Cravedi (2002) με εφαρμογή pirimicarb διαπίστωσαν ότι περισσότερο από το 20% του πληθυσμού που συλλέχθηκε από περιοχές της Ιταλίας παρουσίαζε υψηλή ανθεκτικότητα. Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα της μελέτης των Nauen και των συνεργατών του (2003), οι οποίοι παρατήρησαν ότι σε χρήση pirimicarb 5 στους 16 κλώνους σημείωσαν θνησιμότητα σε ποσοστό μικρότερο από 50%. Η πτυχιακή εργασία επιβεβαίωσε για ακόμη μία φορά πειραματικά την ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε ουσίες όπως το phosphamidon και pirimicarb. Ο παράγοντας ανθεκτικότητας (RR) αποδίδει με σαφήνεια το επίπεδο

αυτής της ανθεκτικότητας. Ο κλώνος με τον οποίο έγινε η σύγκριση, δε μπορούμε να βεβαιώσουμε ότι είναι ο ίδιος ευαίσθητος, ωστόσο όμως η σύγκριση του LC₅₀ με τη συνιστώμενη από τον κατασκευαστή δόση μαρτυρεί την ύπαρξη κλώνων με αυξημένη ανθεκτικότητα. Στην καλλιέργεια του καπνού και στις δύο ομάδες εντομοκτόνων βρέθηκε να λαμβάνει το LC₅₀ τιμή μέχρι και έξι φορές υψηλότερη της συνιστώμενης δόσης. Στη ροδακινιά το pirimicarb επίσης εμφανίζεται μέχρι και έξι φορές μεγαλύτερο ενώ το phosphamidon τρεις. Συνεπώς, η αντιμετώπιση των αφίδων στις περιοχές που αναπτύχθηκε ανθεκτικότητα με τα σκευάσματα που προαναφέρθηκαν κρίνεται προβληματική.

Την τελευταία δεκαετία χρησιμοποιείται εκτεταμένα το νεονικοτινοειδές imidacloprid για την καταπολέμηση της αφίδας του καπνού και της ροδακινιάς. Ο έλεγχος των αφίδων με χρήση του imidacloprid κρίνεται ικανοποιητικός έως τώρα, αν και πρόσφατες μελέτες δείχνουν ανάπτυξη ανοχής. Το 2003 οι Nauen *et al.*, δημοσίευσαν στοιχεία σχετικά με την ανάπτυξη ανοχής όσον αφορά το imidacloprid. Επισήμαναν ότι το ποσοστό θνησιμότητας στους περισσότερους κλώνους που εξετάστηκαν ήταν μεγαλύτερο από 80%. Τόνισαν ότι σε αποτελέσματα του 2001 δεν σημειώθηκε καμία μείωση ευαισθησίας. Μοναδική περίπτωση ανοχής παρουσιάστηκε σε ένα κλώνο κόκκινης μορφής της *M. persicae*, η οποία ωστόσο ερμηνεύτηκε ως φυσική απόκλιση παρά ως ανάπτυξη ανθεκτικότητας (Devine *et al.*, 1996; Elbert *et al.*, 1996; Nauen *et al.*, 1996,1998). Στις περισσότερες περιπτώσεις μείωσης της ευαισθησίας στο imidacloprid και σ' άλλα νεονικοτινοειδή συσχετίζεται με μείωση της αποτελεσματικότητας της νικοτίνης (Devine *et al.*, 1996; Nauen *et al.*, 1996).

Το 2003 ο Foster και οι συνεργάτες του δημοσίευσαν στοιχεία εμφάνισης ανοχής της αφίδας *M. persicae* από δείγματα με ημερομηνία συλλογής Ιανουάριος 1997-Δεκέμβριος 2000. Τα δείγματα προέρχονταν από καλλιέργειες πατάτας, λάχανου, ελαιοκράμβης και ζαχαρότευτλου και παρουσίασαν διακύμανση του παράγοντα ανοχής από 0,6 έως 18. Από τα δείγματα που εξετάστηκαν 4 στους 186 (2,2%) κλώνους παρουσίασαν αυξημένη ανοχή, η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί σε εθισμό σε νικοτίνη μετά από συνεχή διατροφή σε φύλλα καπνού (Blackman 1987). Κάτι τέτοιο όμως απορρίπτεται διότι στο Ηνωμένο Βασίλειο ο καπνός δεν αποτελεί παραγόμενο προϊόν και δεν αυτοφύεται. Για το λόγο αυτό οι Foster *et al.* θεώρησαν ως πιθανότερη την μετανάστευση πληθυσμών από χώρες στις οποίες καλλιεργείται ο καπνός. Εναλλακτικά, ανοχή στη νικοτίνη και κατ' επέκταση και στα

νεονικοτινοειδή θα μπορούσε να δικαιολογηθεί και ως άμεση συνέπεια της αυξημένης έκθεσης σε σκευάσματα νικοτίνης με τη μορφή σπρέϋ φυλλώματος για την καταπολέμηση εντόμων.

Η Cox και οι συνεργάτες της (2001) μετά από διετή έρευνα 1999-2000 και χρησιμοποιώντας πληθυσμούς από διάφορες περιοχές της Ελλάδας, δημοσίευσαν στοιχεία που δηλώνουν και στη χώρα μας την ύπαρξη ανεκτικών πληθυσμών. 182 στους 490 κλώνους σημείωσαν επιβίωση μετά από εφαρμογή σε imidacloprid σε ποσοστό μεγαλύτερο από 10% ενώ 5 από αυτούς μεγαλύτερο από 30%. Ο παράγων ανοχής στους κλώνους αυτούς ήταν μεγαλύτερος από εκείνον που εντοπίστηκε στον 926B, κλώνος προερχόμενος από καλλιέργεια ροδάκινων κατά το έτος 1990 από την Ελλάδα, όπου σύμφωνα με τους Foster *et al.* εμφανίζει R3 ανθεκτικότητα συγκρινόμενος με τον ευαίσθητο US1L.

Ενδιαφέροντα κρίνονται και τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας, τα οποία εμφανίζουν τον παράγοντα ανοχής (RR) να λαμβάνει την τιμή 9 στους κλώνους που προέρχονται από ροδακινίες και την τιμή 75,7 σε εκείνους που προέρχονται από καπνό. Στην περίπτωση του καπνού, σύγκριση με τον US1L, γνωστό ευαίσθητο κλώνο προερχόμενο από την καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων στην Αγγλία το 1974 (Foster *et al.* 2003), έδειξε την εμφάνιση πληθυσμών ανεκτικών στο imidacloprid. Ωστόσο, βρέθηκαν και δύο κλώνοι με μεγαλύτερη ευαισθησία στο σκεύασμα. Στην περίπτωση της ροδακινιάς, κλώνοι περισσότερο ευαίσθητοι στο εντομοκτόνο από τον US1L βρέθηκαν σε ποσοστό 78 % του συνολικού αριθμού των δειγμάτων που εξετάστηκαν. Τα αποτελέσματα αυτά κάνουν σαφή τη διαφοροποίηση της συμπεριφοράς του εντόμου στις δύο καλλιέργειες, γεγονός που διαφαίνεται και από τη σύγκριση της μέσης θανατηφόρου συγκέντρωσης που απαιτείται για πληθυσμούς που προέρχονται από ροδακινίες σε σχέση με εκείνες που προέρχονται από καπνό. Η διαφορά αυτή θα μπορούσε να αποδοθεί σύμφωνα με τους Devonshire *et al.* (1999) στην ανοχή στη νικοτίνη ως αποτέλεσμα της συνεχούς εκτροφής του εντόμου στον καπνό. Επιπλέον όμως, πέρα από την ανοχή στη νικοτίνη, είναι λογικοί οι πληθυσμοί που μεταναστεύουν από τον πρωτεύοντα ξενιστή, που είναι η ροδακινιά, στο δευτερεύοντα, που είναι ο καπνός, να είναι αυτοί που επέζησαν μετά από επαναλαμβανόμενες εφαρμογές γεγονός που καθιστά την απαιτούμενη αυτή συγκέντρωση για την καταπολέμηση του πληθυσμού, υψηλότερη.

Η εφαρμογή πυρεθρινών έδειξε χαμηλές τιμές LC₅₀ που μπορεί να εξηγηθεί με την περιορισμένη χρήση τους. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση

των εφαρμογών στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης εχθρών, γεγονός που εγκυμονεί κινδύνους λόγω του ευρέως φάσματος δράσης τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βασιλακάκης, Μ. & Ι. Θερίος 1998. Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας. Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. Έκδοση Ύπηρεσία Δημοσιευμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Blackman, R.L. 1971. Variation in the photoperiodic response within natural populations of *Myzus persicae* (Sulzer). Bulletin of Entomological Research. 60: 533-546.

Blackman, R.L. 1972. The inheritance of life-cycle differences in *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera, Aphididae). Bulletin of Entomological Research. 62: 281-294.

Blackman, R.L. 1974. Life-cycle variation in *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera, Aphididae) in different parts of the world, in relation to genotype and environment. Bulletin of Entomological Research. 63: 595-607.

Blackman R.L. and V.F. Eastop, 1984. Aphids on the World's Crops: An Identification Information Guide. John Wiley & Sons Publ. London.

Blackman, R.L. 1987. Morphological discrimination of a tobacco-feeding form of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera, Aphididae) and a key to New World *Myzus* (*Nectarosiphon*) species. Bulletin of Entomological Research. 77: 713-730.

Blackman R.L. and V.F. Eastop 2000. Aphids on the World's Crops. An Identification and Guide 2nd edition. J. Wiley & Sons Publications, London.

Cox, D., A. Devonshire, I. Denholm, St. Foster 2001. Monitoring of insecticide resistance in *Myzus persicae* from Greece. Pp. 275-280.

Denholm, I., Rowland, M. W. 1992. Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: theory and practice. Annual Review of entomology 37: 91-112.

Denholm, I., A. R. Horowitz, M. Cahill, I. Ishaaya 1998a. Management of resistance to novel insecticides. *In* Insecticides with novel modes of action: mechanisms and application (ed. I. Ishaaya and D. Degheele), pp 260-282. Berlin: Springer.

Denholm, I., M. Cahill, T.J. Dennehy, A.R. Horowitz 1998b. Challenges with managing insecticide resistance in agricultural pests, exemplified by the whitefly *Bemisia tabaci*. Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B 353: 1757-1767.

Denholm, I. and J. B. Jespersen, 1999: Overview of insecticide resistance, pp. 26-35. In Denholm, I. & P.M. Ioannnnides (eds): Combating Insecticide Resistance. Proceedings of a Symposium on Combating Insecticide Resistance. Thessaloniki. 125 pp.

Dennehy, T.J. and L. Williams 1997. Management of resistance in *Bemisia* in Arizona cotton. Pesticide Science 51: 398-406.

Devine G.J., Z.K. Harling, A.W. Scarr and A.L. Devonshire, 1996. Lethal and sublethal effects of imidacloprid on nicotine-tolerant *Myzus nicotianae* and *Myzus persicae*, Pesticide Science 1996,47, 48: 57-62..

Devonshire, A.L. & R.M. Sawicki 1979. Insecticide- resistant *Myzus persicae* as an example of evolution by gene duplication. Nature 280: 140-141.

Devonshire, A.L., G.D. Moores & R.H. French- Consant 1986. Detection of insecticide resistance by immunological estimation of carboxylesterase activity in *Myzus persicae* (Sulzer) and a cross reaction of the antiserum with *Phorodon humuli* (Schränk) (Hemiptera: Aphididae). Bulletin of Entomological Research, 76: 97-107.

Elbert, A., R. Nauen, M. Cahill, A. . Devonshire, A. Scarr, S.Sone and R. Steffens 1996. Resistance management for chloronicotinyls using imidacloprid as an example. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 49: 5-54.

Ευστρατόγλου- Τοδούλου, Σ. 1995. Κοινωνικο-οικονομική και Περιφερειακή διάσταση της καπνοπαραγωγής. Γεωργική Τεχνολογία. pp. 69-74.

FAO, 1979. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides, Method for adult aphids-FAO method No 17. FAO Plant Protection Bulletin. Vol. 27, no. 2: 29-32.

Φασούλας, Α.Π. & Ν.Α. Σενλόγλου 1966. Η Προσαρμοστικότητα των Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη.

Field, L.M., M.S. Williamson, G.D. Moores & A.L. Devonshire 1993. Cloning and analysis of the esterase genes, conferring insecticide resistance in the peach- potato aphid *Myzus persicae* (Sulzer). Journal of biochemistry 294: 569-574.

Field, L.M., A.P., Anderson, I. Denholm, S.P. Foster, Z.K Harling, N. Javed, D. Martinez- Torres, G.D Moores, M.S Williamson, A.L. Devonshire 1997. Use of biochemical and DNA diagnostics for characterizing multiple mechanisms of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* Sulzer. Pesticide Science 51: 97-107, 283-289.

Foster, St.P. and A.L. Devonshire 1999. Field- simulator study of insecticide resistance conferred by esterase-, MACE- and Kdr- based mechanisms in the peach-potato aphid *Myzus persicae* (Sulzer). Pesticide Science. 55: 810-814.

Foster, S.P., R. Harrington, A.M. Dewar, I. Denholm & A.L. Devonshire 2002. Temporal and spatial dynamics of insecticide resistance in *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae). Pest management Science. 58 : 895-907.

Foster, St.P., I Denholm and R. Thompson 2003. Variation in response to neonicotinoid insecticides in peach-potato aphids, *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae). Pest Management Science 59: 166-173.

Γαλόπουλος, Α. 1966. Τύποι καπνού στην Ελλάδα. Οδηγός καλλιέργειας καπνού. Εθνικός Οργανισμός καπνού και Καπνολογικό Ινστιτούτο Ελλάδος. Δράμα. pp. 25-44.

Georgiou, G.P. 1983. Management of resistance in arthropods. pp. 769-792 in Pest Resistance to Pesticides (Eds: G.P. Georgiou and T. Saito), Plenum, New York.

Georgiou, G.P. 1986. The magnitude of resistance problem. pp. 14-43 in Pesticide Resistance: Tactics and Strategies for Management, National Academy Press, Washington DC.

Horowitz, A.R., Forer, G., Ishaaya, I. 1994. Managing resistance in *Bemisia tabaci* in Israel with emphasis on cotton. Pesticide Science 42: 113-122.

Itharco, F.A. & A. van Harten 1987. Systematics. In: Minks A.K. and P. Harrewijn [eds.]. Aphids, Their biology, Natural Enemies and Control, Volume 2A. pp. 51-76. Elsevier, Amsterdam.

Κατής, Ι.Ν. 1999. Ιολογικές και Συναφείς Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Lampel, G. 1968. Die Biologie des Blattlaus- Generationswechsels, mit besonderer Berücksichtigung terminologischer aspekte. Gustav Fisher Verlag, Jena, 264 pp., 33 pls.

Lees, A.D. 1966. The control of polymorphism in aphids. Advances Insect Physiology. 3: 207-277.

Mazzoni, E. and P. Cravedi 2002. Analysis of insecticide- resistant *Myzus persicae* (Sulzer) populations collected in Italian peach orchards. Pest management Science. 58 : 975-980.

Nauen, R., J. Strobel, K. Otsu, K. Tietjen, C. Erdelen and A. Elbert 1996. Aphicidal activity of imidacloprid against a carbamate and organophosphate resistant Japanese strain of the tobacco feeding from of *Myzus persicae* (Homoptera, Aphididae) closely related to *Myzus nicotianae*. Bulletin of Entomological Research. 86: 165-171.

Nauen, R., H. Hungenberg, B. Tollo, K. Tietjen, A. Elbert 1998. Antifeedant effect, biological efficacy and high affinity binding of imidacloprid to acetylcholine receptors in *Myzus persicae* and *Myzus nicotianae*. Pesticide Science 53: 133-140.

Nauen, R. and A. Elbert 2003. European monitoring of resistance to insecticides in *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera, Aphididae) with special reference to imidacloprid. Bulletin of Entomological Research. 93: 47-54.

Παναγόπουλος, Χ.Γ. 1997. Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Έκδοση: Α. Σταμούλης. Αθήνα.

Roush, R.T. 1989. Designing resistance management strategies: how can you choose? Pesticide Science 26: 423-441.

Roush, R.T. 1997. Bt-transgenic crops: just another pretty insecticide or a chance for a new start in resistance management? Pesticide Science 51: 328-334.

Ruppel R., C. Tiedgen and M. Dover, 1982. Use of a standard rating system for monitoring the pest complex of sugar beets in Michigan. Research Report from the Michigan State University, Agricultural Experiment Station East Lansing, no. 429.

Shaposhnikov, G.Ch. 1985. Organization (Structure) of populations and species, and biosystematics of Aphids, Proceedings of the International Aphidological Symposium at Jablonna, 1981, Polska Akademia Nauk, Ossilinium, Warszawa, pp.19-99.

Simon, J.C., R.L. Blackman and J.F. Le Gallic. 1991. Local variability in the life cycle of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (Homoptera, Aphididae) in western France. Bulletin of Entomological Research. 81: 315-322.

Soderlund, D.M., Bloomquist, J.R. 1990. Molecular mechanisms of insecticide resistance. pp. 58-96 in Pesticide Resistance in Arthropods. (Eds. R.T.Roush and B.E. Tabashnik), Chapman and Hall, New York and London.

Σφακιωτάκης, Μ.Ε. 1993. Γενική Δενδροκομία. Έκδοση: τυπο ΜΑΝ. Θεσσαλονίκη.

Σφήκας, Α.Γ. 1988. Ειδική Γεωργία II. Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονίκη.

Τζανακάκης Μ.Ε. 1980. Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας. Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Τζανακάκης Μ.Ε. & Β.Ι. Κατσόγιαννος 1998. Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Έκδοση: Αγρότυπος.

Τσιτσιπής, Ι.Α. 1999. Σημειώσεις στο μάθημα «Εφαρμοσμένη Εντομολογία». Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Βόλος.

Wellings, P.W., S.A. Ward, A.F.G. Dixon and R. Rabbinge 1989. Crop loss assessment pp. 49-64 in Minks, A.K. & Harrewijn, P. (Eds) Aphids: their biology Natural Enemies and Control. Volume 2C, Amsterdam, Elsevier.

Χρυσοχόου, Α.Π. & Ρ.Μ. Βεζιρτζόγλου 1996. Αρρώστιας καπνού. Οδηγός καλλιέργειας καπνού. Εθνικός Οργανισμός καπνού και Καπνολογικό Ινστιτούτο Ελλάδος. Δράμα. pp. 161-169.

Abstract

Peach (*Prunus persicae*, Rosaceae), tobacco (*Nicotiana tabacum*, Solanaceae) and other solanaceae plants consist of important and theftily cultivation in Greece with cropping areas for 2002 to cover 42.400 and 57.770 acre, respectively. One from the main peach enemy and the most significant in tobacco and other solanaceae crops in Greece, is the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera, Aphididae), a widely voracious species that attacks more than 400 type of plant. The high reproductive potential of aphids and their fairly short life cycle (allowing numerous generations in a growing season to develop), comprise his ecology characteristics that have to take into account for the application suitable management. Is the insect that have developed resistance mechanisms to survive to insecticide for many decades with intensely problems the final 20 years. On account this case, anybody is essential to palpable a needfulness for rationale application insecticides, so as to preserved an effectiveness of chemical products. The frequent applications of insecticides usually required to maintain aphid populations below economic thresholds, facilitates resistance development and control failures (Wellings *et al.* 1989). This species possesses three well-characterized resistance mechanisms. Overproduction of insecticide-detoxifying carboxylesterase, named E4 or FE4, degradate or bind insecticide molecules. Two others mechanisms based on alterations to insecticide target sites- modified acetylcholinesterase (MACE) and knockdown resistance (Kdr).

The purpose of the present study was the investigation of resistance development to insecticide in the aphid *M. persicae* and the rank in which that presentation. Dip test is the detection method.

A total of 57 clones of the aphid *M. persicae* were collected from fields with *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae) and *Prunus persicae* (Rosaceae). Tobacco 3 clones were collected from Kria Vrisi, 10 from Meliki, 7 from Katerini, 8 from Karditsa, 3 from Amfiklia and 3 from Nauplio. Peach 16 clones were collected from Meliki, 1 from Katerini, 3 from Velestino and 2 from Lehonia. Different dose of each were applied. Treated aphids were maintained under 17°C, 16:8h light: dark regime, and mortality was assessed after 24h.

Responses confirmed the development of resistance to organophosphates and carbamates. Resistance factor values, considering LC₅₀, in relation to the most

sensitive clone as follows, which expressed relative to the phosphamidon: 2,8 to 11,9 in peach and 4,7 to 35,5 in tobacco, pirimicarb 2,1 to 37,8 and from 1,18 to 29, respectively. Imidacloprid presented very interesting because a tolerance factor ranging from 1,03 to 9,7 in peach and 1,4 to 75,7in tobacco.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074920